Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen



R. Blochmann

Grundlagen der Elektrotechnik



[Verl]ag von B. G. Teubner in Leipzig



Ein vollständiges Verzeichnis der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt" befindet sich am Schluß dieses Bandes.

G 1000:807.

Aus Natur und Geisteswelt
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen
168. Bändchen

Grundlagen der Elektrotechnik

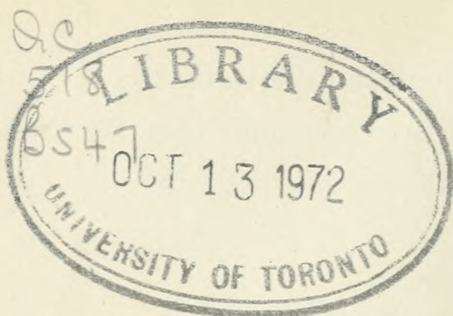
Von

Dr. Rudolf Blochmann
in Kiel

Mit 128 Abbildungen im Text



Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig 1907



Inhaltsverzeichnis.

Vorwort.

Der Inhalt der folgenden Blätter schließt sich an eine Reihe von Vorträgen an, die ich in Kiel in einem Volkshochschulkurse gehalten habe.

Das am Schlusse des Kursus aus dem Kreise meiner Zuhörer, zu denen außer vielen Arbeitern auch Lehrer, Ingenieure, u. a. auch Damen, gehörten, an mich ergangene Ersuchen, die Vorlesungen einschließlich der schematischen Bilder in Druck zu geben, schien mir zu beweisen, daß der für eine allgemeinverständliche und nicht ermüdende Behandlung der Materie von mir gewählte Ton einigermaßen passend getroffen war. Und da diese Behandlungsart gerade auch für die Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt" beobachtet wird, entschloß ich mich gern, der Aufforderung der Verlagsbuchhandlung nachzukommen, meine Vorlesungen über die Grundlagen der Elektrotechnik dieser Sammlung einzureihen.

In den ersten beiden Vorlesungen, die der Darstellung der allg. Eigenschaften und der Ableitung der Grundgesetze der elektrischen Strömungserscheinungen gewidmet sind, wird an die wirklich zu einem Allgemeingut und im täglichen Leben maßgebend gewordenen elektrischen Einrichtungen, die elektrische Beleuchtung, die elektrischen Bahnen, das Telephon angeknüpft; und aus den hierbei zu beobachtenden konkreten Vorgängen werden die Gesetze abstrahiert.

Besonderer Wert mußte auf eine allgemein verständliche Erklärung der elektrischen Maschinen gelegt werden, weshalb der vierten, die Maschinen behandelnden Vorlesung eine eingehende zusammenhängende Besprechung des Elektromagnetismus und der Induktionserscheinungen vorangestellt ist. In der fünften und sechsten Vorlesung wird die elektrische Beleuchtung und die Elektrochemie, letztere namentlich wegen der Akkumulatoren, behandelt.

Dabei findet in diesen Vorlesungen auch das Erwähnung, was für einen Besitzer einer elektrischen Beleuchtungsanlage, die

an eine Zentrale angeschlossen ist, wie für den Besitzer einer eigenen elektrischen Anlage wissenswert ist. Gerade solchen wird, sofern sie nicht selbst technisch durchgebildet sind, die Lektüre dieses Bändchens zu empfehlen sein, da mit einem genauen Verständnis auch sicherlich eine bessere Instandhaltung und zweckmäßigere Ausnützung einer Anlage Hand in Hand zu gehen pflegt.

Die der Schwachstromtechnik gewidmete, zwischen der vierten und fünften gehaltene Vorlesung habe ich hier fortgelassen, da in einem besonderen Bändchen der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt" dies Gebiet behandelt wird.

Fortbleiben konnten auch die am Schlusse meiner Vorlesungen gebotenen Mitteilungen über elektrische Strahlung, da dieses Gebiet in dem 9. Bändchen: „Neue Fortschritte auf dem Gebiete der Elektrizität" von Prof. Dr. F. Richarz ausführlich dargestellt worden ist.

Derjenige Leser aber, der auf den behandelten Gebieten manches vermißt, mag bedenken, daß der gebotene Raum, sowohl bei den Vorlesungen als auch in diesem Bändchen ein beschränkter war, und daß tatsächlich nur die Grundlagen der Elektrotechnik und diese allgemeinverständlich behandelt werden sollten.

Die Figuren, welche dank dem Entgegenkommen der Verlagsbuchhandlung hier in großer Zahl dem Texte eingefügt werden konnten, wurden bei den Vorträgen selbst projiziert und, damit sie auch aus größerer Entfernung deutlich erkennbar waren, zumeist als schematische Skizzen gehalten. Es scheint mir übrigens, daß solche schematische Bilder gerade für allgemeinverständliche Vorlesungen deutlicher wirken, als naturgetreue Abbildungen von Apparaten, Maschinen und dergleichen. Deshalb habe ich sie zum größten Teil in ihrer Einfachheit auch für den Druck der Vorlesungen belassen; häufig sind sie so gewählt, daß sie einen Ersatz für die Ausführung von Experimenten bilden sollen und können.

Möge das Bändchen ebenso freundlichen Lesern begegnen, wie die Vorlesungen aufmerksame Zuhörer fanden.

Kiel, Lornsenstraße 24,
den 18. Juni 1907.

Dr. Rudolf Blochmann.

Erste Vorlesung.

Überblick über die elektrischen Erscheinungen.

Die Elektrizität ist heutzutage für die Technik, ja fürs tägliche Leben überhaupt, geradezu unentbehrlich geworden. Allenthalben begegnen wir dem Worte „elektrisch". Wir fahren mit der elektrischen Trambahn durch die Straßen; wir sehen Straßen und Plätze durch elektrisches Bogenlicht, Wohnräume durch elektrisches Glühlicht erleuchtet; wir senden eilige Nachrichten durch die elektrischen Telegraphen oder unterhalten uns durchs Telephon mit dem entfernten Freunde. So vergeht — für den Städter wenigstens — kein Tag mehr, ohne daß wir uns in irgendeiner Weise der Segnungen der Elektrizität erfreuten. Und doch bleiben wir, wenn wir gefragt werden: „Was ist die Elektrizität?", die Antwort schuldig. Wir müssen uns zunächst an dem Worte genügen lassen:

„denn eben wo Begriffe fehlen,
stellt oft zur rechten Zeit ein Wort sich ein."

Das Wort „Elektrizität" ist gut gewählt: denn es gehört in seinem Stamm gleichlautend dem Wortschatze aller Kulturvölker der Gegenwart an, und zwar eindeutig, ohne in irgend einer lebenden Kultursprache zu Verwechslungen Veranlassung zu bieten. Das Wort ist mehr als 2000 Jahre alt; es leitet sich her von dem altgriechischen Worte „elektron" (ἤλεκτρον), mit welchem man den Bernstein bezeichnete. Man hatte an dem Bernstein eine bemerkenswerte, an anderen Körpern nicht beobachtete Erscheinung wahrgenommen: nämlich, daß ein Stück Bernstein, an Zeug gerieben, fähig war, andere kleine Körper anzuziehen. Diese Eigenschaft erhielt die Bezeichnung: electricitas, was dem alten Römer wohl geklungen haben mag, wie uns etwa „Bernsteinigkeit". Es fanden sich dann im Laufe

der Jahrhunderte noch andere Körper, die jenes eigentümliche Verhalten, das man eben electricitas genannt hatte, auch zeigten; waren diese Körper auch von anderem Materiale, der Name Elektrizität blieb. Und es fanden sich ferner andere Erscheinungen, die mit jener Eigenschaft des Bernsteins und der ihm verwandten Körper in gewissem innerem Zusammenhange standen: man benannte diese Erscheinungen auch „elektrische".

Dem Klange und Wortsinne nach ist auf diese Weise das Wort „Elektrizität" erklärt; mit nichten ist aber dadurch der Schleier seines Gedankeninhalts gehoben, und Goethe scheint auch in bezug hierauf recht zu behalten, wenn er sagt:

„Geheimnisvoll am lichten Tag
Läßt sich Natur des Schleiers nicht berauben;
Und was sie dir nicht offenbaren mag,
Das zwingst du ihr nicht ab mit Hebeln und mit Schrauben."

Wir dürfen uns aber hieran nicht genügen lassen; versuchen wir einmal eine genauere Betrachtung der elektrischen Erscheinungen, eingedenk des Wortes: „An ihren Früchten sollt ihr sie erkennen." Betrachten wir zunächst die eingangs erwähnten in unser tägliches Treiben hineinreichenden „elektrischen" Erscheinungen, und suchen wir das Gemeinsame von ihnen zu erfahren.

1. Wir sehen eine lichtspendende elektrische Glühlampe: Wir nehmen sie aus der Fassung heraus in die Hand, sie leuchtet nicht; sie leuchtet aber, wenn wir sie wieder in die Fassung hineinsetzen, welche mit den elektrischen Leitungsdrähten in Verbindung steht. Wir finden an der Leitung dort, wo sie in die Wohnung eintritt, einen Elektrizitätszähler angebracht. Wir beobachten ihn und erkennen, daß sein Zeigerwerk, wenn auch langsam, vorwärts schreitet, solange die Lampe glüht, daß aber die Zeiger still stehen, wenn die Lampe herausgenommen war, vorausgesetzt, daß nur die eine betrachtete Lampe eingeschaltet war. Wir wissen auch, daß entsprechend den Angaben des Zählers von dem „Elektrizitätswerk" oder der „Zentrale" die Rechnung aufgestellt und zur Bezahlung überreicht wird.

2. Wir fahren in der elektrischen Trambahn. Beim Einsteigen haben wir, um die Fahrtrichtung zu erkennen, nach der Lage des auf dem Dache angebrachten Bügels geblickt, welcher

an den mitten über der Straße ausgespannten Leitungsdrähten entlang fährt. Wir sehen, wie der Wagenführer die Schaltekurbel bedient, und hören, auch ohne daß wir hinschauen, das Anziehen des Wagens an dem beginnenden Geräusche der Motoren. Der Wagen bleibt stehen: es hatte dies seinen Grund darin, daß der Bügel auf dem Dache des Wagens mit den Leitungsdrähten keine Berührung mehr hatte. Der Wagenführer stellt diese Berührung wieder her, und der Wagen rollt weiter.

Aber nicht immer ist ein solcher unfreiwilliger Aufenthalt so schnell behoben: es ist auch (wenn schon sich dies glücklicherweise nur selten mehr ereignet) schon vorgekommen, daß der elektrische Trammwagen stehen blieb und durch das Fahrpersonal nicht zur Weiterfahrt bewogen werden konnte.

In einem Falle hören wir ein heftiges Geräusch und nehmen einen brenzligen Geruch wahr, der aus dem Raume unter den Bänken kommt: der Motor ist in Unordnung geraten und verweigert seinen Dienst.

In einem zweiten Falle ist, während im oder am Wagen nichts zu bemerken ist, die Ursache des Stillstands daran zu sehen, daß die Fahrleitung zerrissen ist und vor dem Wagen zur Erde hängt.

In einem dritten Falle ist Wagen und Leitung vollkommen in Ordnung geblieben, und man erfährt nach einigem Warten: in der Zentrale sei die Maschine defekt geworden: der Wagen bleibt jedenfalls unbeweglich stehen, und weiterschreitend bemerkt man, daß auch die anderen Wagen auf der Strecke still liegen.

3. Die Glocke des Telephons ertönt. Wir gehen zum Apparat, nehmen das Telephon zur Hand und hören, was unser Geschäftsfreund uns zu sagen hat, in Wechselrede uns mit ihm unterhaltend, wobei wir dem Mikrophon des Apparates unsere Worte anvertrauen. Wenn wir mit jemand anderem zu sprechen wünschen, teilen wir dessen Anschlußnummer nach dem Anruf der Vermittlungsstelle mit. Wir hören darauf die Antwort von dem Vermittlungsamt: „Ich werde verbinden" (nämlich die beiden vom Vermittlungsamt nach unserem eigenen Apparate und nach dem des Freundes führenden Drahtleitungen), wonach das Gespräch stattfinden kann. Oder wir hören: „Leitung besetzt, bitte später wieder anrufen", woraus wir

erkennen, daß eine direkte Leitung zwischen unserem Apparat und dem der gewünschten Stelle augenblicklich nicht hergestellt werden kann, weil ein Teil der Leitung, nämlich derjenige zwischen der gewünschten Stelle und dem Amt, schon anderweitig zu einer Gesprächsführung in Anspruch genommen wird.

Oder wir hören endlich: „Leitung gestört", woraus wir erkennen, daß ein Teil der Leitung in Unordnung gekommen ist. Wir bemerken am Telephon-Apparat noch besonders, daß bei diesem Apparat der Geber oder Erzeuger der elektrischen Erscheinungen, welche die Sprachübertragung ermöglichen, (das Mikrophon) und der Empfänger oder Aufnehmer dieser Erscheinungen (das eigentliche Telephon) in zweckentsprechender Weise vereinigt sind. Indem die Schallwellen unserer Sprache gegen das Mikrophon unseres Apparates treffen, rufen sie diejenigen elektrischen Erscheinungen hervor, welche das Telephon des Angesprochenen in solche Bewegungen versetzt, daß es jenem, wenn er das Telephon gegen sein Ohr hält, unsere eigene Sprache zu Gehör zu bringen scheint. Und in umgekehrtem Sinne treten die gleichen Erscheinungen ein, wenn jener spricht und wir hören.

An diesen Beispielen können wir uns schon genügen lassen. Dreierlei ist ihnen gemeinsam und zugleich das unerläßliche Erfordernis dafür, daß wir von den elektrischen Erscheinungen den gewollten Effekt erzielen. In allen drei Fällen, erkennen wir, muß an irgendeiner entfernten Stelle (dem Elektrizitätswerk oder der Zentrale oder beim Sprecher am Telephon) Arbeit geleistet werden, damit überhaupt die Lampe erglühen, der Tramwagen sich bewegen kann oder aus dem Telephon Töne an unser Ohr dringen können. Diese Arbeit wird eben geleistet in der Form elektrischer Energie.

Zur Übertragung dieser elektrischen Energie an den Ort, wo sie verbraucht wird, bedarf es zweitens der ununterbrochenen metallischen Leitung zwischen beiden Stellen.

Endlich muß am Orte des Verbrauchs, wo wir Nutzen ziehen wollen von den elektrischen Erscheinungen, ein Apparat vorhanden und in direkte Verbindung mit der Zuleitung gebracht sein, der die ihm zugeführte elektrische Energie in die jeweilig gewünschte weitere Form verwandeln kann: in Licht innerhalb der Glühlampe, in Bewegung innerhalb der Motoren des Tramwagens und in Schall innerhalb des Telephons.

In kurzen Worten: wir erkennen an den drei Beispielen das übereinstimmende und unerläßlich notwendige Vorhandensein

1. eines Erzeugers,
2. eines Leiters,
3. eines Verbrauchers

für elektrische Energie.

Es muß hier sogleich hervorgehoben werden, daß unser Geist zur direkten Wahrnehmung elektrischer Erscheinungen als solcher selbst nicht fähig erscheint, weil unserem Körper ein Sinneswerkzeug für Elektrizität mangelt, wie wir es z. B. zur Wahrnehmung von Lichterscheinungen im Auge, zur Wahrnehmung von Schallwellen im Ohre besitzen. Auch das Vorhandensein von Bewegungen nehmen wir mit dem Auge wahr in Verbindung mit dem unserem Verstande eigenen Auffassungsvermögen für Raum und Zeit.

Zweifellos liegt es darin begründet, daß, nachdem die Optik (die Lehre vom Licht), die Akustik (die Lehre vom Schall), die Mechanik (die Lehre von den Bewegungen) schon einen hohen Grad von Vollkommenheit in ihrer Entwicklung erlangt hatten, in den letzten 120 Jahren erst die Elektrik (die Lehre von der Elektrizität) ihre wesentliche Ausbildung erfuhr. Und zweifellos liegt es darin auch begründet, daß nunmehr viele in den letzten Jahrzehnten zur Entdeckung gekommene elektrische Erscheinungen, z. B. die Telephonie, die Röntgenstrahlung, die Funkentelegraphie, für die meisten Menschen, wenn sie sie zuerst kennen lernen, wie von einem mysteriösen Schleier umgeben erscheinen, dessen Vorhandensein aber gerade das zu einer Lüftung desselben und zu einem genauen Erfassen führende Studium solcher Erscheinungen zu einem besonders reizvollen gestaltet.

Es wird eben, da eine sinnliche Wahrnehmung allein nicht zur Erklärung führt, dem Arbeiten des Verstandes ein größerer Spielraum zugewiesen. Man hat auch, ebenfalls wegen des Mangels der Möglichkeit einer direkten Erfassung mit den Sinnen, von Anfang an gesucht, elektrische Erscheinungen durch Heranziehung von Analogien aus anderen Gebieten der Physik dem Auffassungsvermögen zugänglicher zu machen und sie so zu erklären. Wenn wir uns nur stets bewußt bleiben, daß es sich in der Tat nur um Analogien hierbei handelt, können wir

selbst auch ohne Scheu diesen Weg beschreiten: es erscheint aus didaktischen Rücksichten nicht allein erlaubt, sondern sogar geboten. Sind doch Namen, die auf Grund der Analogien in die Elektrik eingeführt sind, teilweise direkt zur Prägung wichtiger Grundbegriffe der Elektrik benutzt worden: Namen, die auch bei vollständigem Verzicht auf die Heranziehung der Analogie zur Erklärung elektrischer Erscheinungen selbst nicht entbehrt werden können.*)

In dem Leben der Großstadt braucht man nicht lange nach den geeigneten Analogien zu suchen. Es gibt kaum noch eine Stadt, die nicht ihre Wasserleitungsanlagen und Leuchtgasanstalt besäße. Öffne ich den Wasserleitungshahn, so füllt sich das untergestellte Gefäß mit Wasser: dieses Wasser strömt dabei durch die Leitung zu uns, es entstammt dem Wasserwerk, wo es durch die Arbeit der Pumpen dem Boden entnommen wird; oder es entstammt direkt einem Hochbehälter, in den es aber vorher auch durch Pumpenarbeit befördert worden ist. In manchen Städten sind auch Wassermesser an dem zu dem Hause führenden Hauptrohr angebracht, welche die in dem Hause aus der Leitung entnommenen, also durch das Hauptzuführungsrohr durchfließenden Wassermengen messen.

Ferner, öffne ich den Gashahn einer Gasleitung und entflamme das ausströmende Leuchtgas, so verwende ich entsprechend der Größe und Leuchtkraft der Flamme eine gewisse Menge Gas stündlich zur Erleuchtung des Zimmers; und die Flamme brennt so lange, bis ich den Hahn wieder zudrehe. Die verbrauchte Gasmenge fließt durch die Leitung dem Brenner zu und läßt sich an dem Gasmesser oder Gaszähler genau ablesen, wie es zum Zwecke der Bezahlung erforderlich wird.

Erzeugt wird das Gas in dem Gaswerk, in welchem die das Gas verteilenden Rohrleitungen an die Gasbereitungs-Apparate angeschlossen sind.

In Analogie hierzu: schalte ich, indem ich dem Einschalter die entsprechende Stellung gebe, eine elektrische Glühlampe ein, so leuchtet sie, solange der Schalter seine Stellung behält. Ebensolange findet ein Verbrauch der im Elektrizitätswerk erzeugten elektrischen Energie statt, wie das auch entsprechend

*) Z. B. Stromstärke, Widerstand, Kapazität von Akkumulatoren usw.

am Elektrizitätszähler abzulesen ist, welcher bei der Einführung der elektrischen Leitung zur Wohnung angebracht ist.

Man gewinnt so aus der Analogie mit dem Wasserzufluß zum Abzapfhahn und dem Gaszufluß zum Brenner das Bild einer elektrischen Strömung. Eine vollkommenere Analogie wie zwischen der Wasserströmung und der Gasströmung in Röhren und der elektrischen Strömung besteht noch zwischen der letzteren und der Druckfortpflanzung in hydraulischen und pneumatischen Arbeitsübertragungsanlagen; doch sind solche Anlagen in ihrem inneren Wesen dem Laien noch viel weniger bekannt als heutzutage elektrische Anlagen; übrigens ist die Analogie zwischen elektrischer Strömung und Wasserströmung die historisch gegebene und didaktisch am besten verwertbare. Man muß aber immer dessen eingedenk bleiben, daß bei der elektrischen Energieübertragung ein Transport von Materie, wie bei der Wasserströmung, keineswegs stattfindet.

Die elektrische Strömung geht freilich nicht vor sich durch Röhren, sondern längs metallischen Leitungsbahnen, man darf im Bilde sagen, durch Metalldrähte hindurch; und zwar so oft und so lange, wie ein Verbrauch von elektrischer Energie stattfindet, fließt ein elektrischer Strom durch die Leitung.

Nachdem einmal das Vorhandensein einer solchen elektrischen Strömung, d. h. einer elektrischen Energieübertragung, die als eine Strömung aufgefaßt werden kann, plausibel gemacht ist, gilt es für uns nun zunächst, die Gesetze der elektrischen Strömung in ihren Grundzügen zu entwickeln. Wir stellen da zuvörderst die zwei Fragen:

1. Was ruft der elektrische Strom hervor?
2. Was ruft den elektrischen Strom hervor?

Während die zweite Frage durch ein Studium der Quellen der elektrischen Strömung, der Elektrizitätsquellen, zu beantworten ist, werden wir durch die erste Frage auf die Wirkungen des elektrischen Stromes hingewiesen.

Wir müssen ja schon, eben weil unserem Körper kein besonderer „elektrischer Sinn" zur direkten Wahrnehmung elektrischer Erscheinungen innewohnt, uns an die Wirkungen der elektrischen Erscheinungen halten, um deren Vorhandensein zu konstatieren.

Und diese Wirkungen elektrischer Ströme sind tatsächlich so vielgestaltig, daß sie auf sämtliche Gebiete der Naturwissenschaft hinübergreifen. In allen Teilen der Physik zunächst (der Magnetik, der Mechanik, der Akustik, der Thermik und der Optik), aber auch in der Chemie, der Geographie, Meteorologie und Physiologie gibt es Erscheinungen, die sich uns als die wahrnehmbaren Folgeerscheinungen von elektrischen Vorgängen darstellen.

Wir können so sechs Gruppen von Wirkungen der elektrischen Strömung unterscheiden:

1. Gruppe: magnetische Wirkungen.

Wird ein elektrischer Strom gezwungen, in bestimmten Bahnen zu laufen, so äußert er in seiner Umgebung Wirkungen, die man in ganz derselben Weise auch von wirklichen Magnetstäben ausgehend bemerken kann; besonders, wenn der elektrische Strom lockenförmig oder spulenförmig gewundene Drähte durchfließt, ist seine Wirkung nach außen gerade so, als ob an Stelle der Drahtspule ein Magnetstab stände.

2. Gruppe: mechanische Wirkungen.

(Diese kann man auch, insofern die Mechanik als Lehre von den Bewegungen, als Dynamik, in Betracht kommt, dynamische oder motorische Wirkungen nennen.) Wenn Drahtgebilde bestimmter Form, z. B. kreisförmige Drahtschlingen, von elektrischen Strömen durchflossen werden und sie, gegenseitig beweglich, in der Nähe voneinander sich befinden, suchen sie sich zu nähern oder zu entfernen.

Magnetische Körper werden ebenfalls von stromdurchflossenen Drähten, besonders wenn letztere Spulenform besitzen, in Bewegung versetzt.

Auch akustische Erscheinungen gehören hierher, wie z. B. die Bewegung der Membran in Telephonen, der Klöppel an elektrischen Klingeln, insofern ja der Schall nichts anderes als eine rhythmische schnelle Folge von Schwingungsbewegungen ist. — alle „Elektromotoren" vor allem zeigen ferner die durch zugeführte elektrische Ströme entstehenden Bewegungen in zum Teil gewaltigen Dimensionen; mit äußerst geringem Energieverbrauch tun dasselbe Telegraphenapparate, elektrische Uhren und eine große Zahl von Meßapparaten.

3. Gruppe: thermische Wirkungen.

Elektrische Heiz- und Kochapparate spenden Wärme für Wohnungen und Küchen; mittels elektrischer Glühzünder bringt man Minen zur Explosion. Ja, in elektrischen Schmelzöfen hat man die überhaupt höchsten Temperaturen auf Erden bisher künstlich erzeugen können.

4. Gruppe: optische Wirkungen.

Diese schließen sich, wie alle künstliche Lichterzeugung, an die Wärmewirkungen an. Bei hohen Temperaturen senden alle Körper

Lichtstrahlen aus, so namentlich die glühenden Körper in den Glühlampen und die elektrischen Lichtbogen in den Bogenlampen. Auch sind elektrische Strahlen durch ihre Lichtabgabe wahrnehmbar in den Hittorfschen und ähnlichen Röhren.

5. Gruppe: chemische Wirkungen.

Der elektrische Strom ruft die Einleitung vieler chemischer Prozesse hervor und unterhält sie: zusammengesetzte Flüssigkeiten und gelöste Körper können in ihre Bestandteile zerlegt werden. Auf diese Weise wurden einige chemische Elemente, z. B. die Metalle der Alkalien, überhaupt zuerst rein dargestellt. Die Galvanoplastik beruht darauf, daß zusammengesetzte Lösungen zersetzt und Metallteilchen dabei vom elektrischen Strome in bestimmter Richtung transportiert werden.

6. Gruppe: physiologische Wirkungen.

Elektrische Ströme rufen im lebenden Tierkörper, indem sie namentlich die Nerven als Bahn benutzen, Zuckungen, unter Umständen Lähmungen und Tod hervor. Aber auch als Heilmittel hat man elektrische Strahlung zu benutzen verstanden.

Auch die in den Gebieten der Geographie (Erdmagnetismus), der Meteorologie (Gewitter), der Mineralogie (Thermo- und Piezoelektrizität der Kristalle) auftretenden elektrischen Erscheinungen erzeugen Wirkungen, die unter die obigen Gruppen sich einreihen lassen.

Hier sollte nur für jede Gruppe von Wirkungen eine kleine Anzahl von Beispielen die Wechselbeziehung der Elektrik zu den übrigen Gebieten der Naturwissenschaften erläutern.

Es wird Aufgabe der folgenden Vorlesungen sein, in den einzelnen Kapiteln die verschiedenartigen Wirkungen genauer zu studieren. Es soll dies namentlich im Hinblick auf die technische Verwertbarkeit geschehen: nicht in dem Sinne, als sollte eine Anweisung zur Arbeit auf technischem Gebiete gegeben werden, sondern in dem Sinne, daß versucht werden soll, die wichtigsten Erscheinungen und Gegenstände, die auf dem Gebiete der Elektrotechnik Bedeutung für die Allgemeinheit erlangt haben, in ihrem innern Wesen zu erläutern und im gegenseitigen Zusammenhange verständlich zu machen.*)

Dazu erscheint es zunächst erforderlich, die allen diesen Gebieten gemeinsamen Grundgesetze der elektrischen Strömung zu betrachten.

Wir können dies nicht tun, ohne zugleich einigen Elektrizitätsquellen unsere Beachtung zu schenken.

---

*) Und zwar soll in diesem Bändchen wesentlich nur die sog. Starkstromtechnik in Betracht gezogen werden, während der Schwachstromtechnik ein weiteres Bändchen gewidmet wird.

Im Jahre 1789 hatte der Arzt **Galvani** in Bologna für physiologische Untersuchungen präparierte Froschschenkel mittels kupferner Haken an einem eisernen Gitter aufgehängt. Seine Gattin, welche sich an seinen Untersuchungen beteiligte, war es, die bemerkte, wie jedesmal der Froschschenkel, wenn er unten mit dem Gitter in Berührung kam, in heftige Zuckungen geriet (Fig. 1). Der Vorgang erschien rätselhaft: die Kunde von diesem merkwürdigen Experiment durchflog Europa, es wurde von verschiedenen Forschern wiederholt und bestätigt gefunden.

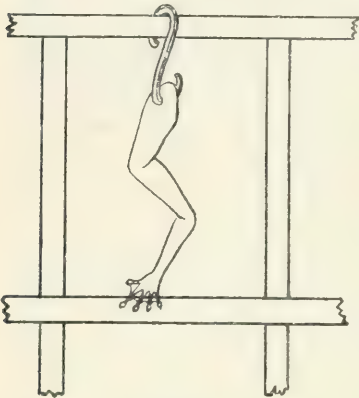


Fig. 1.

Bei einer systematischen Durchforschung des durch Galvanis Entdeckung berühmt gewordenen Experiments fand Professor Al. **Volta** in Pavia als notwendige und hinreichende Vorbedingungen zum Gelingen des Experiments das Vorhandensein von

1. zwei verschiedenartigen,

2. durch eine Flüssigkeit getrennten Metallen, welche ihrerseits

3. in direkter metallischer Verbindung stehen oder durch einen Draht oder dergl. verbunden sein müssen.

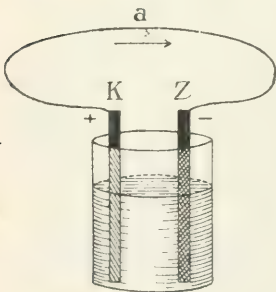


Fig. 2.

Eine Zusammenstellung der ersten beiden Erfordernisse in geeigneter Form wird ein **galvanisches Element** genannt, und zwar ein **offenes**, während man es als **geschlossen** bezeichnet, wenn das dritte Erfordernis auch erfüllt ist. Fig. 2 stellt ein solches Element in einfachster Form dar, gebildet durch ein Glas mit angesäuertem Wasser, in welchem ein Kupfer- und ein Zinkstab stehen. Beide sind durch einen Draht von beliebigem Metall, z. B. von Kupfer, „geschlossen". Wird an der Stelle a dieser Draht auseinandergeschnitten und die Lücke durch einen präparierten Froschschenkel überbrückt, so zeigt er dieselben Zuckungen, wie sie Frau Galvani zuerst wahrnahm.

Solche Zuckungen treten aber nicht ein, wenn man

1. in die Flüssigkeit Stäbe von demselben Metall, z. B. zwei Kupferstäbe oder zwei Zinkstäbe stellt;

2. wenn man zwar zwei verschiedene Metallstäbe nimmt, aber in das Glas keine Flüssigkeit eingegossen hatte;

3. wenn man an einer weiteren Stelle, außer an der durch Froschschenkel überbrückten, den Verbindungsdraht zerschneidet.

Bei dem Galvanischen Experiment war die Flüssigkeit durch die Säfte des Froschschenkels selbst dargestellt, und der die Schließung bildende Draht konnte fehlen, weil der Kupferhaken und das Eisengitter in direkter Verbindung standen.

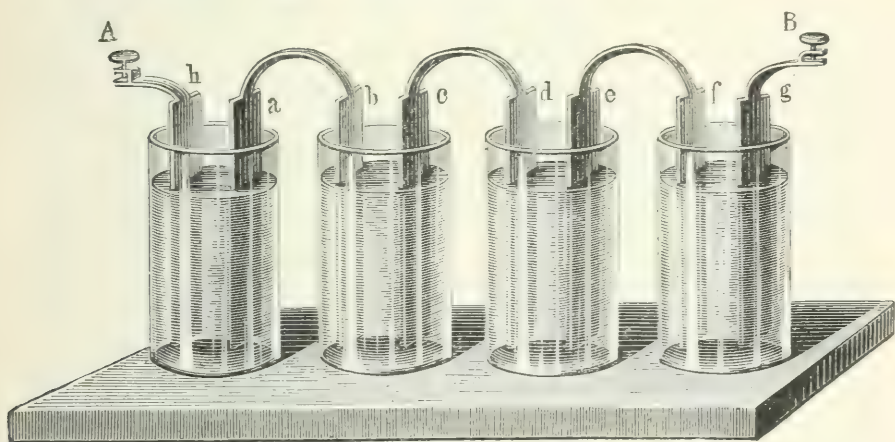


Fig. 3.

Die von einem galvanischen Element hervorgebrachte Wirkung tritt in verstärktem Maße ein, wenn man mehrere Elemente in passender Weise vereinigt. Ist aber ein galvanisches Element in vollkommener Zusammenstellung vorhanden, so wird durch das Zucken des Froschschenkels angezeigt, daß in dem Draht, welcher die Schließung der aus dem Gefäß herausragenden Enden des Kupfer- und des Zinkstabs (welche man die Pole des Elements nennt) bildet, ein besonderer Zustand herrschen muß. (Fig. 3, offene Batterie.)

Eine solche Zusammenstellung, bei welcher immer der Zinkstab des einen Elements mit dem Kupferstab des nächsten metallisch verbunden ist, nennt man eine Kette oder Batterie von Elementen. (Daher, daß die zuerst beschriebene Zusammen-

stellung Kupfer, Flüssigkeit, Zink die Einheit einer solchen Batterie darstellt, rührt ihre Bezeichnung als „Element".)

Eine besondere Form einer solchen Batterie wurde von Volta angegeben: die Voltasche Säule (Fig. 4). Hier ist auf eine Zinkscheibe ein feuchtes Stück Filz oder Papier und darauf eine Kupferscheibe gelegt; und solcher Elemente in dieser besonderen Form sind eine große Anzahl aufeinander geschichtet, die oberste Kupferplatte und die unterste Zinkplatte, welche am weitesten voneinander entfernt sind, bilden die Pole der Batterie. (Gerade von dieser Form der Batterie leitet sich der Name „Pol", im elektrischen Sinne gebraucht, ab.)

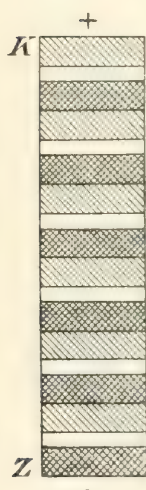


Fig. 4.

Die Pole einer solchen Säule zeigten schon in Voltas Händen eine bemerkenswerte Eigenschaft, die die von Galvani entdeckte Erscheinung mit den schon lange vorher bekannten Erscheinungen der durch Reibung gewisser Substanzen erzeugten Elektrizität in Zusammenhang brachte.

Das Ende der Säule, an welchem sich das letzte Kupferscheibchen befindet, der „Kupferpol", zeigte dieselben Eigenschaften wie ein mit Wolle geriebenes Stückchen Glas, und der „Zinkpol" jene Eigenschaften, welche man von einem mit Pelz geriebenen Harz- oder Bernsteinstückchen kennt. So wird z. B. ein an einem Seidenfaden aufgehängtes Holundermarkkügelchen, welches vorher mit einem geriebenen, also „elektrisch gemachten" Stückchen Bernstein in Verbindung gebracht war, von dem Kupferpole ebenso angezogen, wie von einer elektrisierten Glasstange, umgedreht von dem Zinkpole ebenso abgestoßen, wie von einer elektrisierten Harz- oder Siegellackstange.

Man hatte früher schon die Sorte Elektrizität, welche geriebenes Glas aufweist, positive, und jene, welche geriebener Bernstein aufweist, negative genannt.

Man kann daher mit folgerichtiger Analogie sagen, daß am Kupferpole einer Voltaschen Säule und demgemäß, auf das einzelne übertragen, auch an dem Kupferpole eines einzigen galvanischen Elements sich eine Ansammlung von positiver Elektrizität befindet und entsprechend am Zinkpole eine Anhäufung von negativer Elektrizität. Man nennt daher auch

den Kupferpol der Voltasäule oder des galvanischen Elements den positiven Pol und den Zinkpol den negativen Pol.*)

Werden die an den Polen einer offenen galvanischen Säule vorhandenen Mengen von Elektrizität durch Berührung einzeln entfernt, so bilden sie sich doch — und zwar durch innere in der Batterie geleistete Arbeit — alsbald von neuem wieder, und die Batterie erscheint von neuem geladen.

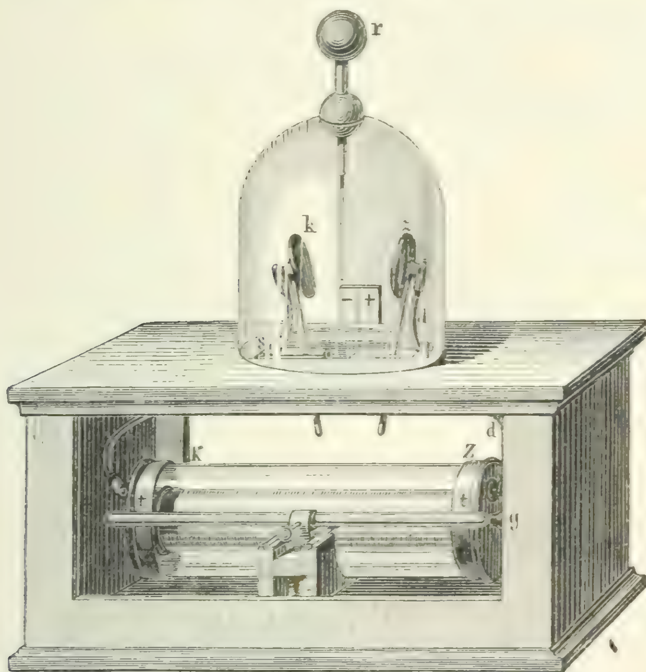


Fig. 5.

*) Fig. 5 zeigt eine liegende, isoliert in einem Kasten untergebrachte Volta-Säule, deren Pole K, Z durch je einen Drahtbügel mit zwei Metallplatten (k, z) verbunden sind, welche sich in der Mitte, nicht weit voneinander entfernt, gegenüberstehen. In dem Zwischenraum befindet sich ein dünnes Goldblattstreifchen isoliert aufgehängt, welches metallisch mit einer über den Apparat herausragenden Metallkugel in Verbindung steht. Ein solcher Apparat wird Elektrometer genannt. Man kann durch ihn die Polarität und auch angenähert die Größe unbekannter Elektrizitätsmengen, welche man der Kugel oben mitteilt, bestimmen: an der Richtung und Größe des Ausschlags des Goldblättchens. Bringe ich z. B. auf die Kugel eine positive Elektrizitätsmenge, so entsteht ein Ausschlag nach rechts, der um so größer ausfällt, je größer die Menge war.

Gibt man aber durch Herstellung eines metallischen Schließungsdrahtes zwischen den beiden Polen den an den Polen sitzenden Mengen von Elektrizität Gelegenheit, sich fortdauernd auszugleichen, so entsteht eine Strömung von positiver Elektrizität vom Kupferpol zum Zinkpol hin, und eine Strömung von negativer Elektrizität vom Zinkpol zum Kupferpol. Und dieser in beständig gegeneinander gerichteter Strömung stattfindende Ausgleich der verschiedenpoligen Elektrizitäten wird kurz ein elektrischer Strom genannt.

Es wird dabei gemeinhin nur die vom positiven zum negativen Pole gerichtete Strömung betrachtet, welche als positiver elektrischer Strom bezeichnet wird; man kann dies auch billigerweise tun, wenn man sich dabei stets vor Augen hält, daß gleichzeitig ein „negativer Strom" in entgegengesetzter Richtung fließt, und daß es sich tatsächlich um einen Ausgleich von an den Polen der Batterie oder des Elements different auftretenden und während der Dauer der Strömung durch innere Arbeit in den Elementen fortgesetzt ergänzten Elektrizitätsmengen verschiedener Polarität handelt. (Wenn nur eine Strömungsrichtung, wie z. B. in Fig. 2, angegeben ist. soll stets die Richtung des positiven Stroms gemeint sein.)

Das Verdienst Voltas war es also, daß er für das Galvanische Experiment eine Erklärung gab, indem er das Zucken der Froschschenkel als durch das Vorhandensein einer „elektrischen Strömung" hervorgerufen nachwies. Diese Art des Nachweises des Vorhandenseins einer elektrischen Strömung ist zwar historisch ungemein wichtig, aber es ist nicht die bequemste und auch nicht mehr die gebräuchliche.

Man kann z. B., wenn man eine genügende Anzahl von hinreichend großen Elementen zu einer Batterie vereinigt, in den Schließungsdraht eine Glühlampe einschalten: kommt sie zum Leuchten, so ist dies ein Beweis für das Vorhandensein eines elektrischen Stroms. Glüht sie nicht, so ist dies aber kein Beweis dafür, daß kein elektrischer Strom vorhanden ist; der letztere kann nämlich nicht stark genug dazu sein, die Arbeit zu leisten, welche das Glühen der Lampe erfordert. Es gibt nun, um nachzuweisen, daß in irgendeiner Drahtleitung eine elektrische Strömung vorhanden ist, besonders empfindlich konstruierte Instrumente; die man, wenn durch sie nur das Vorhandensein eines elektrischen Stromes konstatiert werden

soll: Galvanoskope, wenn aber auch die Stärke der Strömung festgestellt werden soll: Galvanometer nennt.*)

Es gibt solche Instrumente in sehr vielen Ausführungen und auch auf verschiedenen Prinzipien beruhend: die gebräuchlichsten lehnen sich an eine Entdeckung, die der Kopenhagener Professor Örsted machte und die ebenso zufällig, aber auch von ebenso weittragender Bedeutung war wie die Galvanische.

Örsted bemerkte im Jahre 1820, als er in seinem Laboratorium mit elektrischen Strömen arbeitete, die er aus einer galvanischen Batterie entnahm (in Fig. 6 ist davon nur ein Element angedeutet), daß eine auf dem Experimentiertisch stehende Magnetnadel (Bussole), wie man sie zur Bestimmung der Himmelsrichtung in Kompassen braucht, jedesmal, wenn er mit einem Schalter (*S*) die Schließungsbahn des Stromes schloß, in Bewegung geriet. Ähnliches hatten auch die Froschschenkel Galvanis getan, aber nur, wenn sie einen integrierenden Teil der Schließungsbahn selbst bildeten. Die Magnetnadel bewegte sich beim Schließen und auch beim Öffnen der Strombahn, auch wenn sie selbst nicht in die Strombahn eingeschaltet, sondern nur an einer Stelle in der Nähe derselben aufgestellt war. Das neue Wunder war schier größer als das alte: man sah hier Wirkungen übertragen von einem Körper auf einen anderen, der mit diesem scheinbar in gar keiner Berührung stand; durch die Luft hindurch mußte also die Einwirkung erfolgen, und zwar derart, daß man eine Bewegung oder Veränderung der Luft oder in der Luft durchaus nicht wahrnahm. Das „Wunderbare" ist wiederum begründet darin, daß dem Menschen ein Sinn zur direkten Wahrnehmung elektrischer und

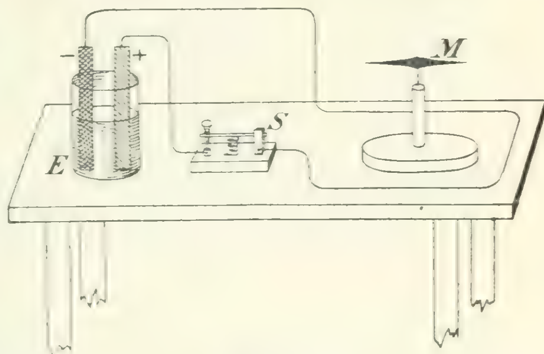


Fig. 6.

*) Man nennt auch elektrische Ströme, wie sie von galvanischen Batterien geliefert werden, „galvanische" Ströme und die Gesamtheit der hierher gehörenden Erscheinungen: „Galvanismus".

magnetischer Zustände und Erscheinungen an andern Körpern nicht innewohnt. Es kann aber nicht anders sein, als daß auch in dem Zwischenraume zwischen elektrisch durchflossenem Draht und Magnetnadel, in dem „Medium“, das hier von Luft gebildet ist, besondere elektrische Zustände herrschen. Man erkennt dies auch sofort, wenn man andere kleine Magnetnadeln in den Zwischenraum bringt. Auch sie geraten beim Schließen und Öffnen der elektrischen Strombahn in Bewegung und nehmen eine jede während der Dauer des Schließens des elektrischen Stromes eine bestimmte Stellung ein, welche sich ändert, wenn sich die Stärke des elektrischen Stromes ändert, und welche sich auch ändert, wenn sich die Richtung des elektrischen Stromes ändert.

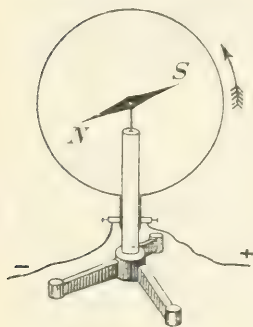


Fig. 7.

Fließt z. B. ein positiver elektrischer Strom, wie in Fig. 7 angedeutet, in einem kreisförmig um eine horizontal schwingende Magnetnadel gelegten Drahtbügel in der Richtung des Pfeils, so wird das Nordende der Magnetnadel so abgelenkt, daß es aus der Zeichnungsebene auf den Beschauer zu herauszutreten scheint. Fließt der positive Strom (kurzweg der elektrische Strom genannt) in der entgegengesetzten Richtung, so tritt das Nordende nach hinten, und das Südende kommt nach vorn.*)

Der in Fig. 7 dargestellte Apparat ist somit ein einfaches Galvanometer. Nimmt man statt einer Drahtschleife deren mehrere, die zu einer Spule aufgewickelt sind, in deren Mitte der Magnet beweglich angebracht ist, so multipliziert sich die Wirkung entsprechend der Anzahl der Windungen: man benannte daher ein solches Galvanometer: Multiplikator. Von dieser Art sind alle jetzt im Gebrauch befindlichen Galvanoskope, Galvanometer oder Strommesser mit beweglichen Magneten.

*) Ampère hat diese Tatsache in eine leicht merkbare Regel gefaßt (Ampèresche Schwimmerregel). Man denke sich in der Strombahn schwimmend und die rechte Hand gerade vorgestreckt in der Richtung des Stromes, so wird der Nordpol eines Magneten stets nach der Richtung, welche der Daumen angibt, abgelenkt werden.

Der galvanischen Elemente sind im Laufe der Zeit eine sehr große Anzahl angegeben worden: es können nur einige wichtige hier Erwähnung finden.

Allen gemeinsam ist, daß zwei verschiedenartige Metalle (oder genauer gesagt: Elemente im chemischen Sinne) als elektrische Pole oder „Elektroden" in einer Flüssigkeitszelle sich befinden. Von welchem Pole in solchem Falle die von uns oben als positive bezeichnete Strömung ihren Ausgang nimmt, ergibt sich aus folgender Tabelle, die einige wichtige Stoffe, aus denen die Elektroden gebildet werden können, enthält: wenn zwei von diesen Stoffen miteinander zu einem galvanischen Element vereinigt werden, so geht die positive Strömung von dem weiter nach oben stehenden Stoffe aus.

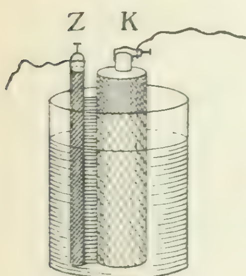
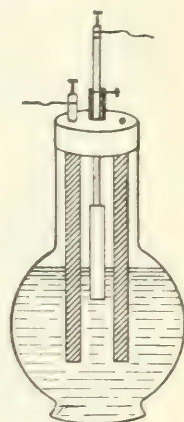


Fig. 8.


Fig. 9.

+
Kohle.
Platin
Silber.
Quecksilber.
Kupfer.
Eisen.
Kalzium.
Zink.
Aluminium.
Magnesium.
—

Man nennt diese Reihe die „galvanische Spannungsreihe."

Wenn z. B. wie bei dem Leclanché-Element in einer Salmiaklösung ein (stärkerer) Kohlestab (*K*)*) und ein (dünnerer) Zinkstab (*Z*) eintauchen, so geht die positive Strömung vom Kohlepole aus und läuft beim Zinkstab in das Element zurück. (Siehe Fig. 8).

*) Hergestellt aus gepreßtem Kohlenpulver, wie es aus Gasretorten gewonnen wird.

Zink und Kohle sind auch die Elektroden im Tauchelement (Fig. 9), dessen Flüssigkeit aus einer Lösung von Kaliumbichromat in Schwefelsäure besteht. Der Zinkstab kann, wenn das Element nicht gebraucht wird, aus der Flüssigkeit herausgehoben werden, damit er sich nicht unnütz beim Nichtgebrauche selbst verzehrt.

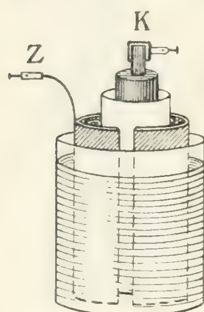
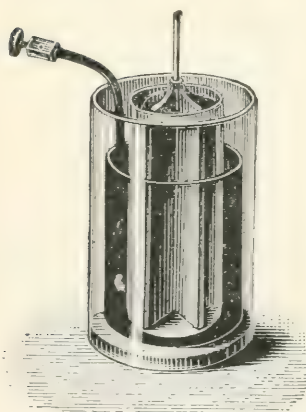


Fig. 10.

Das Bunsen-Element (Fig. 10) enthält einen ringförmigen Zinkzylinder in verdünnter Schwefelsäure stehend. Im Innern steht eine aus porösem, also wasserdurchlässigem Ton gebrannte Zelle, die mit konzentrierter Salpetersäure gefüllt ist, in welcher ein massiver Kohlestab steht. Die Tonzelle verhindert eine zu schnelle Vermischung der beiden Flüssigkeiten, erlaubt ihnen aber doch sich gegenseitig zu berühren.

Das Daniell-Element (Fig. 11) enthält auch eine solche Tonzelle. Im Glase steht ein Kupferhohlzylinder in einer Lösung von Kupfersulfat, innerhalb der Tonzelle ein Zinkstab, meist von kreuzförmigem Querschnitt, in verdünnter Schwefelsäure, aus welcher sich beim Gebrauch des Elements nach und nach Zinksulfatlösung bildet.


CA. 1/10 NAT. GRÖSSE
Fig. 11

Als Abart dieser Elementensorte kann aufgefaßt werden: das deutsche Telegraphenelement (Fig. 12), bei welchem die Tonzelle fehlt. Durch die Schwerkraft wird hier die (schwerere) Kupfersulfatlösung unten erhalten, während als leichtere Flüssigkeit darüber eine Bittersalzlösung schwebt. In diesen Elementen darf die Zinkelektrode deshalb nicht bis auf den Boden reichen. Als Abart des Leclanché-Elements sind noch die Trockenelemente zu nennen, welche als bequeme Elektrizitätsquellen jetzt viel verwendet werden. Denn sie zerbrechen nicht leicht und lassen keine Flüssigkeit austropfen.

Anstelle des Glasgefäßes wird zweckmäßigerweise ein Zinkgefäß verwendet, welches zugleich als eine Elektrode dient; in der Mitte steht ein Kohlezylinder, der Zwischenraum ist durch

eine mit Salmiaklösung getränkte feuchte Masse gebildet, die durch einen Verguß oben abgeschlossen wird, so daß man solche Elemente auch beliebig umdrehen kann.

Ganz trocken darf freilich jene Masse niemals werden, sonst würde ja ein Haupterfordernis des Voltaschen Grundgesetzes fortfallen.

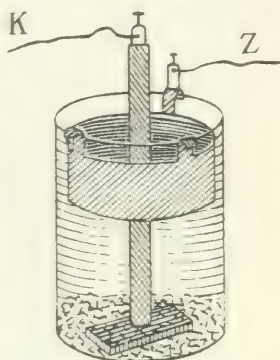
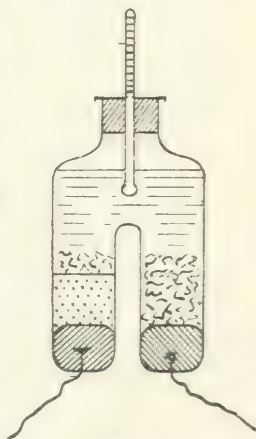


Fig. 12.

Alle diese Elemente sind als Sitz einer Elektrizitätsquelle aufzufassen, indem aus chemischer Umsetzungsarbeit, die im Innern des Elements geleistet wird, elektrische Arbeit gewonnen werden kann in der Form eines elektrischen Stromes, wenn man die beiden Pole des Elements metallisch verbindet. Diese sozusagen innere Fähigkeit, Elektrizität in Bewegung zu bringen, die elektromotorische Kraft einer bestimmten Elementensorte, ist — bei gleicher Reinheit der verwendeten Substanzen — immer gleich, unabhängig von der Größe und der Form der das Element bildenden Bestandteile. Sie ist eben nur abhängig von den im Innern sich abspielenden chemischen Prozessen.

Es gibt nun Elemente, bei denen der chemische Prozeß im Innern im Laufe des Gebrauchs sich etwas verändert, und solche, bei denen er nahezu gleich bleibt. Erstere nennt man inkonstante Elemente, letztere konstante Elemente. Als konstante Elemente sind die oben genannten, zwei Flüssigkeiten enthaltenden Elemente zu erwähnen. Zu Messungszwecken, und wo sonst eine Gleichmäßigkeit der elektrischen Strömung verlangt wird, sind natürlich nur solche konstante Elemente zu gebrauchen.


Fig. 13.

Ein Element von sehr großer Konstanz ist das Weston-Element (Fig. 13). Es hat die Form eines Hufeisens: der linke Schenkel enthält unten Quecksilber, darüber geschichtet Mercurosulfat, der rechte Schenkel enthält als Elektrode Cadmiumamalgam, d. h. eine Mischung von Cadmium und Quecksilber, während die Flüssigkeit eine konzentrierte Lösung von Cadmiumsulfat ist. Dieses Element

besitzt von allen gebräuchlichen die größte Konstanz der elektromotorischen Kraft und zwar auch bei verschiedener Temperatur.*) Man hat nun, um verschiedene elektromotorische Kräfte miteinander einfach vergleichen zu können, ähnlich wie für Längengrößen das Meter, wie für Massengrößen das Gramm, eine bestimmte Einheit eingeführt, die man (zur Erinnerung und Ehrung der Verdienste Voltas) das „Volt" genannt hat.

Die elektromotorische Kraft des Weston-Elements ist ungefähr gleich einem Volt (genauer 1,022 Volt) bei 20° C.

Es beträgt angenähert die elektromotorische Kraft (abgekürzt: E. M. K.):**)

des	Telegraphen-Elements	1,0	Volt.
„	Daniell-	„ 1,0	„
„	Leclanché-	„ 1,5	„
„	Tauch-	„ 1,7	„
„	Bunsen-	„ 1,9	„

Ebenso wie in galvanischen Elementen die in chemischen, zwischen den Elektroden sich abspielenden Prozessen liegende chemische Energie in elektrische Energie eben nur infolge der Natur jener Prozesse fortdauernd umgewandelt wird und Anlaß zum Entstehen einer elektromotorischen Kraft gibt, so ist dies auch der Fall, wenn man der Verbindungsstelle von zwei verschiedenen Metallen Wärme, also thermische Energie zuführt.

Die hierfür grundlegende Entdeckung wurde von Seebeck in Dresden im Jahre 1822 gemacht. Seebeck (Fig. 14) lötete auf einen Wismutstab (*a b*) einen Kupferbügel (*k*). Er fand nun, daß eine im Innern dieses Gebildes aufgestellte Magnetnadel eine Ablenkung erfuhr, wenn eine der Lötstellen (z. B. *b*) erwärmt wurde. Wurde die andere erwärmt, so trat auch eine Ablenkung ein, aber in entgegengesetzter Richtung; und zwar

*) Zur Feststellung derselben ist in das durch einen Stöpsel abgeschlossene Gefäß ein Thermometer eingebaut.

**) Die bestimmte Größe des Volts als Einheit von elektromotorischen Kräften ist auf Grund theoretischer Erwägungen festgestellt worden. Es genügt für die Praxis, zu merken, daß ein Volt etwa durch die E. M. K. des Weston-Normalelements dargestellt wird. Genaueres findet man hierüber im 9. Bändchen der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt". Richarz: Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Elektrizität, S. 15.

fließt der positive Strom durch die erwärmte Lötstelle vom Wismut zum Kupfer. Gleichmäßige Erwärmung beider Lötstellen brachte keine Wirkung hervor. Daran erkannte Seebeck (kurz vorher hatte Örsted die Fernwirkung elektrischer Ströme durch ihre Beeinflussung der Magnetnadel entdeckt), daß man an der Lötstelle zweier verschiedener Metalle den Sitz einer elektromotorischen Kraft anzunehmen hat. Und zwar hat sich gezeigt, daß die Stärke der elektromotorischen Kraft proportional ist der Temperaturdifferenz der beiden Lötstellen, in denen die beiden verschiedenen Metalle zusammentreffen.

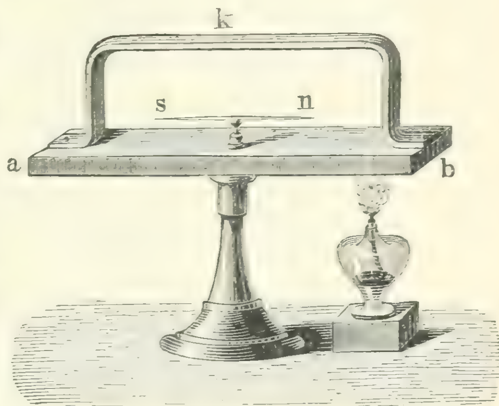


Fig. 14.

Nimmt man den Bügel anstatt aus Kupfer aus Antimon, so ist die Wirkung derselben Lampe eine erheblich stärkere. Also auch von der verschiedenen Natur der Metalle ist die Wirkung abhängig. Man kann folgende Reihe, die man als thermoelektrische Spannungsreihe bezeichnet, aufstellen:

Wismut.
Quecksilber,
Platin,
Kupfer,
Zinn,
Zink,
Silber,
Eisen,
Antimon,

Verbindet man irgend zwei dieser Metalle, so erhält man durch die Erwärmung der Lötstelle elektrische Ströme, die man Thermoströme nennt; je weiter die beiden hierbei verwendeten Metalle in obiger Reihe auseinander stehen, um so stärker ist die Wirkung.

Eine einzelne Kombination von zwei solchen Metallen nennt man ein Thermoelement. Verbindet man fortgesetzt ein

Wismutstäbchen und ein Antimonstäbchen aneinanderlötend derart, daß die eine Sorte von Lötstellen immer nach der einen Seite, die andere Sorte von Lötstellen immer nach der andern Seite zu liegen kommt, so erhält man eine Thermosäule (Fig. 15).

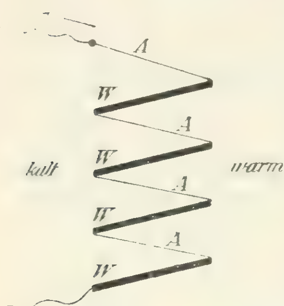


Fig. 15.

Die Stärke der elektromotorischen Kraft eines einzelnen aus Wismut und Antimon gebildeten Thermoelements beträgt, wenn die Lötstellen einer Temperaturdifferenz von 100^0 ausgesetzt werden, etwa 0,01 Volt.

Also erst eine Säule von 100 Thermoelementen dieser Art (und dies sind die stärksten bekannten) ist äquivalent mit einem Daniell-Element, einem der schwächsten gebräuchlichen galvanischen Elemente.

Man nimmt aber an Thermosäulen so gut wie keine Abnutzung wahr. Sie stellen daher in zweckmäßiger Form, die ihnen z. B. von Gülcher (Fig. 16) gegeben worden ist, eine sehr handliche dauernd brauchbare Form einer Elektrizitätsquelle dar, die namentlich zu Laboratoriumszwecken dort, wo kein Anschluß an ein Elektrizitätswerk vorhanden ist, von keiner andern übertroffen wird. Verwendet sind hierbei als Metalle: Nickel und eine Antimonlegierung.

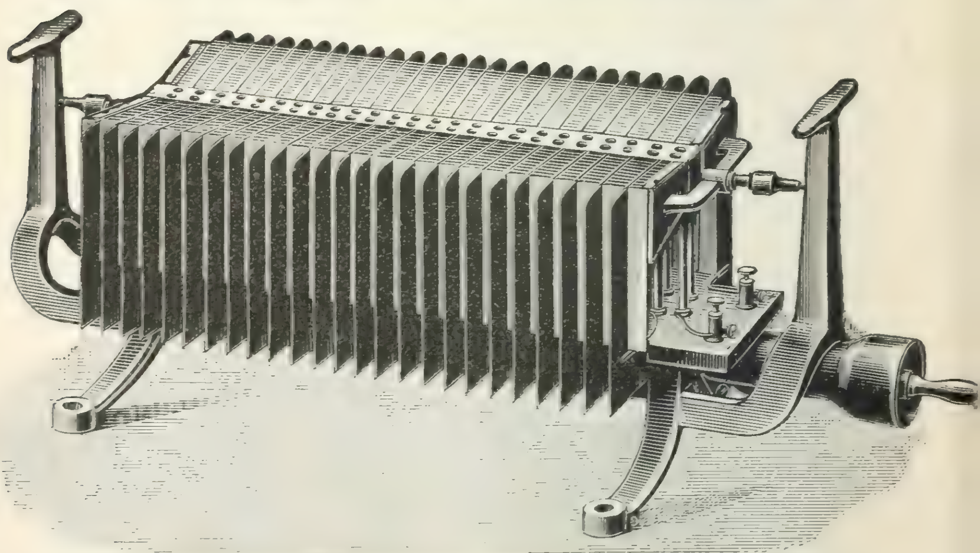


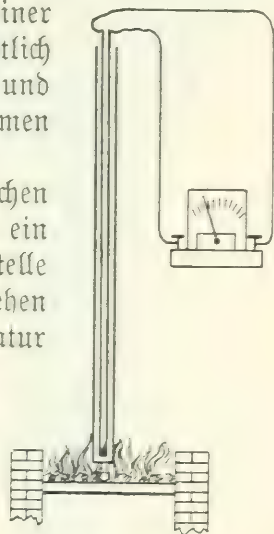
Fig. 16

Da die Temperaturdifferenz und die elektromotorische Kraft proportional sind, kann man umgekehrt ein Thermoelement auch zum Messen von Temperaturen benutzen. Man hat nur nötig, ein Galvanometer einzufügen in den Schließungskreis des Thermoelements, dessen Lötstelle in die Nähe der zu bestimmenden Temperatur gebracht wird. Zur Bestimmung sehr hoher Temperaturen benutzt man Thermoelemente, deren Bestandteile Platin und eine Legierung aus Platin-Rhodium sind (elektrisches Pyrometer, Fig. 17).

Einschaltender Weise mag hier noch einer Erscheinung gedacht sein, welche recht deutlich die Umkehrbarkeit physikalischer Prozesse und die Verwandelbarkeit der verschiedenen Formen der Energie veranschaulicht.

Als direktes Gegenstück zu der Seebeckschen Entdeckung fand nämlich Peltier, daß ein elektrischer Strom, den man durch die Lötstelle von zwei verschiedenen Metallen zu gehen nötigt, an dieser Lötstelle eine Temperaturänderung hervorbringt.

Und zwar zeigt die Lötstelle zwischen zwei Metallen, die beim Seebeckschen Versuch erwärmt werden müßte, um einen Strom von bestimmter Richtung hervorzubringen, nun eine Abkühlung, wenn durch sie ein Strom von solcher Richtung hindurch geschickt wird.


Fig. 17.

Diese Erscheinung, der sogenannte Peltier-Effekt, läßt sich*) am besten nachweisen mit einem Differentialluftthermometer (Fig. 18). Ein Wismutstab reicht von der Mitte der einen Kugel bis zur andern, während die beiden Enden aus Antimon bestehen, so daß in der Mitte jeder Kugel sich eine Lötstelle befindet. Wird nun ein elektrischer Strom von rechts nach links durch den Apparat geschickt, so wird an der Lötstelle Antimon-Wismut eine Er-

*) Um die Einwirkung einer anderen auch zur Erwärmung führenden Eigenschaft des Metalldrähte durchfließenden elektrischen Stromes auszuschließen, die nicht an den Übergangsstellen verschiedener Metalle allein, sondern längs der ganzen metallischen Leitungsbahn sich zeigt, des sogenannten Joule-Effekts.

wärmung, an der Lötstelle Wismut-Antimon eine Abkühlung eintreten.*)

Die Luft in der linken Kugel wird erwärmt, in der rechten aber abgekühlt, so daß die Absperrflüssigkeit, welche in der U-Röhre sich befindet, rechts ansteigt. Also es ruft derjenige elektrische Strom, den von außen zugeführte Erwärmung an der Lötstelle erzeugt, selbst Abkühlung an dieser Stelle hervor, wenn er, durch andere Ursache erzeugt, durch diese Lötstelle geschickt wird.

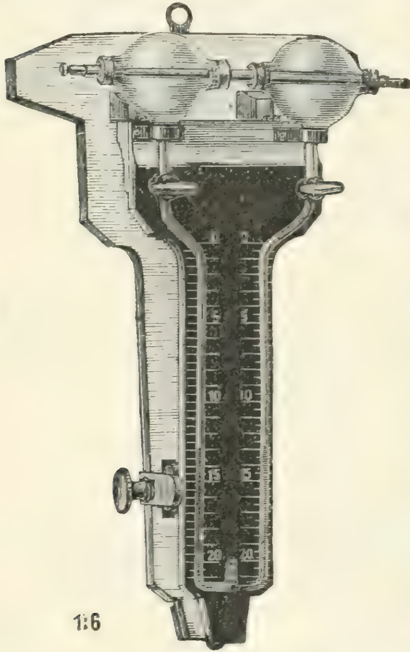


Fig. 18.

Dasselbe tut natürlich auch der durch die Erwärmung der betreffenden Lötstelle selbst erregte elektrische Strom, nur daß es nicht meßbar zum Ausdruck kommt, weil die durch diesen inneren Strom herbeigeführte Abkühlung geringer sein muß, als die von außen veranlaßte Erwärmung.

Es liegt hier ein typisches Beispiel eines ganz allgemeinen Naturgesetzes vor, das man so aussprechen kann: Wird einem System, das Energie aufnehmen kann, von außen Energie in irgend einer Form zugeführt, so treten im Innern des Systems Erscheinungen auf, die denjenigen Wirkungen, die von außen her veranlaßt werden, direkt entgegen arbeiten, d. h. selbst aus sich allein die entgegengesetzt gerichtete Wirkung hervorbringen möchten.

Das Gesetz von der Trägheit der Masse, das Seebeck- und Peltiersche Gesetz, die Gesetze, welche die Wechselwirkung zwischen elektrischen, magnetischen und Bewegungserscheinungen betreffen, und viele andere sind nur als Spezialfälle des soeben ausgesprochenen allgemeinen Naturgesetzes zu betrachten.

---

*) Die aus dem Jouleschen Effekt herrührende Erwärmung der Metalle ist aber, wenn die Kugeln gleich groß sind, in beiden Kugeln ganz gleich, hebt sich also auf.

Zweite Vorlesung.

Grundgesetze der elektrischen Strömung.

Von den für den Voltaschen Fundamentalversuch notwendigen Bestandteilen haben wir bisher wesentlich den Elektrizitätsquellen unsere Aufmerksamkeit geschenkt.

Volta fand ja, daß zum Entstehen eines elektrischen Stromes nicht allein zwei Metalle, durch eine Flüssigkeit getrennt, vorhanden sein müssen, sondern daß jene Metalle, die Pole, durch einen metallischen Gegenstand außerhalb der Zelle verbunden sein müssen: dadurch wird erst die volle Bahn für einen elektrischen Strom „geschlossen". Man nennt daher jenen Gegenstand die Schließungsbahn. Und diesem haben wir unsere Aufmerksamkeit nun zuzuwenden.


Fig. 19.

Wird z. B. ein Stück Elfenbein oder trockenes Holz über die Pole als Verbindungsstück gelegt, so zeigt sich keine elektrische Strömungserscheinung. Man hat gefunden, daß alle Körper in Hinsicht auf elektrische Ströme in drei Klassen geteilt werden können: in gute Leiter, schlechte Leiter und Nichtleiter. Die letzteren heißen auch Isolatoren, eben weil sie gestatten, einen Körper, den sie, wie das umgebende Meer eine Insel, abschließen, gegen die Aufnahme oder den Abfluß von Elektrizität zu „isolieren".

Solche gut isolierende Substanzen sind vornehmlich Glas, Porzellan, Öle, Harze und alle Gummiarten, sodann auch Gase, also z. B. die Luft in der Atmosphäre und zwar um so mehr, je trockener sie ist. Will man daher Metallleitungen, die als Strombahnen für elektrische Ströme dienen sollen, über längere Strecken durch die Luft führen, wozu man Stützpunkte gebraucht, so müssen diese Stützpunkte an den Stellen, an denen die Leitungen an ihnen befestigt sind, aus isolierendem Material bestehen. Am meisten verwendet für solche Zwecke sind die Porzellanglockenisolatoren. (Fig. 19 stellt eine von der Deutschen Reichspostverwaltung verwendete Porzellandoppelglocke im Querschnitt dar.)

Will man aber Leitungen, welche elektrische Ströme führen sollen, in das Erdreich verlegen, welches (namentlich in feuchtem

Zustande) die Elektrizität recht gut leiten kann, so müssen dieselben ihrer ganzen Länge nach gegen das Erdreich und, falls mehrere Leitungen parallel nebeneinander geführt werden, auch gegeneinander isoliert werden. Es geschieht dies, wie es von Werner Siemens zuerst um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts angegeben wurde, durch Verwendung von Guttapercha oder andern Gummiarten, neuerdings auch von trockenem Papier. Die Isolierung wird meistens zum Zwecke des Schutzes gegen mechanische oder chemische Beschädigungen noch mit einem Mantel aus Blei umgeben und auch dieser noch mit einer Schutzbewehrung.

So entstanden die elektrischen Kabel, deren Herstellung heutzutage ein besonderer ausgedehnter Industriezweig geworden ist. Fig. 20 zeigt ein solches Kabel, an dessen Ende die äußeren Hüllen entfernt sind. Die innere Kabelseele (K) soll den elektrischen Strom führen, sie besteht zumeist aus Kupfer, darüber befinden sich (G) Guttaperchaumlagerungen, über welche ein Bleimantel (B) ohne Naht aufgepreßt ist. Darüber eine Hanfumspinnung (H) und eine Eisendrahtbewehrung (E). Solche Kabel gehen heutzutage zur Verteilung elektrischer Energie zu vielen Hunderten von den Elektrizitätswerken aus. Und schon seit den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts vermitteln sie, durch die Weltmeere gelegt, den telegraphischen Nachrichtendienst.

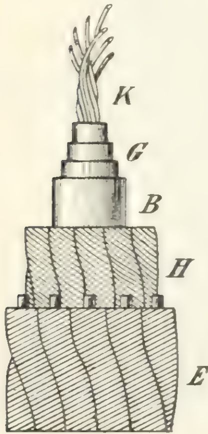


Fig. 20.

Als elektrische Leiter zweiter Ordnung hat man Flüssigkeiten, auch feuchtes Erdreich,*) sowie den menschlichen Körper anzusehen. Ganz reines Wasser leitet den elektrischen Strom fast gar nicht, aber eine, wenn auch nur geringe, Beimischung von Substanzen, welche durch den elektrischen Strom zersetzt werden können (Elektrolyte), z. B. von Säuren, Salzen oder basischen Körpern, genügt, um die Flüssigkeit stromleitend zu

*) Die Benutzung des Erdreichs zum Leiten von elektrischen Strömen hat bei der Telegraphie das Ziehen von Doppelleitungen entbehrlich gemacht, indem die Erde als Rückleitung gebraucht wird. Auch verbreiten sich im Erdreich, oft schädlich wirkend, von den Zuleitungen für Straßenbahnen aus oder auch sonst sogenannte vagabondierende Ströme, deren Bahn keine festbestimmte ist.

machen. Solche Salzlösungen sind im Erdreich und im menschl. Körper aber stets enthalten. Wäre der menschliche Körper ein Isolator, so würde man ungestraft elektrische Leitungen jeder Art berühren können, ohne Schaden zu nehmen; so aber darf dies nur bis zu einer geringen Anzahl von Volt — etwa 100 kann man annehmen — für zulässig erachtet werden.

Aus diesem Grunde müssen die Einrichtungen, welche zum Ein- und Ausschalten für elektrische Ströme dienen, so konstruiert sein, daß die menschliche Hand mit den stromführenden Metallteilen der elektrischen Leitungen gar nicht in Berührung zu kommen braucht.

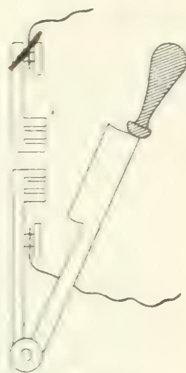


Fig. 21.

Die Stellen also, welche mit der Hand berührt werden, müssen aus isolierendem Material (Elfenbein, Knochen, trockenem Holz, Hartgummi) gefertigt sein, wie dies bei dem in Fig. 21 dargestellten Hebelausschalter und dem in Fig. 22 dargestellten nur bei geringeren Stromstärken in Anwendung kommenden Druckknopf der Fall ist. (Hochspannungsschalter bedürfen noch besonderer Schutzvorkehrungen, damit man auch gar nicht einmal in die Nähe von elektrische Spannung führenden Teilen kommen kann.)

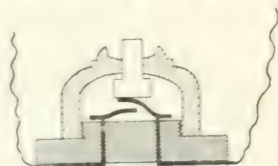


Fig. 22.

Die vorzüglichsten Leiter für die Elektrizität sind die Metalle. Die folgende Tabelle gibt an, welches verhältnismäßige Leitungsvermögen den einzelnen Metallen zukommt, wenn man das Leitungsvermögen des Quecksilbers = 1 setzt.

Silber	59.
Kupfer	55.
Zink	15.
Eisen	8.
Platin	6,5.
Blei	4,6.
Neusilber	3.
Nickel	2,3.
Konstantan	1,8.
Quecksilber	1,0.
Mangankupfer	0,9.
Kohle	0,02.

Man kann hieraus entnehmen, daß von 2 Drähten, einem aus Kupfer und einem aus Eisen, die genau gleichlang und gleichdick sind, der eiserne einem elektrischem Strome einen etwa siebenmal so starken Widerstand bei der Durchströmung entgegensetzt, wie der kupferne.

Da man Quecksilber verhältnismäßig leicht ganz rein herstellen kann, so hat man es als Ausgangsmaterial für die Festsetzung der gegenseitigen Leitvermögen oder der elektrischen Widerstände (die ersteren reziprok sind) genommen.

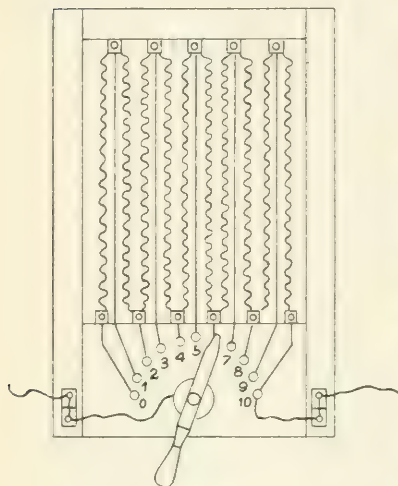


Fig. 23.

Man hat nun, da man, ähnlich wie bei elektromotorischen Kräften, oft in die Lage kommt, solche elektrische Widerstände zahlenmäßig vergleichen zu müssen, auch hier für die Festlegung einer passenden Einheit gesorgt. Als Einheit hat man genommen denjenigen Widerstand, den ein in eine genau zylindrische Glasröhre von 1 qmm Querschnitt und 1063 mm Länge eingeschlossener Metallfaden von reinem Quecksilber bei 0° Temperatur besitzt. Der Name für die Einheit lautet Ohm.*)

Daß der Widerstand eines Drahtes umso größer sein muß, je länger der Draht ist, ist leicht einzusehen; er ist aber auch größer, je geringer die Dicke des Drahts ist: Es wird dem elektrischen Strom gewissermaßen schwer, sich durch die engere Bahn hindurch zu zwängen.

Man kann hiernach die Formel aufstellen:

$$W = \frac{R \cdot l}{q}$$

d. h. der Widerstand (W) jedes Drahts ist proportional der Länge (l) und umgekehrt proportional dem Querschnitte (q) desselben, der Widerstand eines Drahts von bestimmtem Material ist außerdem noch proportional dem spezifischen Widerstand dieses Materials, d. i. dem reziproken Werte des ihm zugehörigen spezifischen Leitvermögens (R). Der spezifische Widerstand des Quecksilbers ist also ebenso wie sein Leitvermögen = 1

*) Nach dem deutschen Elektrizitätsforscher Ohm. Genaueres siehe im 9. Bändchen dieser Sammlung, Kap. I.

Im allgemeinen wird man ja, wenn man von den elektrischen Strömen Nutzen ziehen will, das Leitungsmaterial so wählen, daß es möglichst hohes Leitvermögen, also möglichst geringen Widerstand besitzt. Der Verwendung des Silbers,

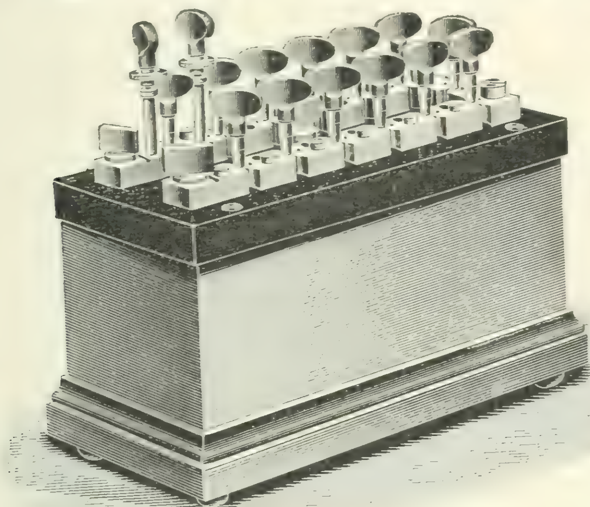


Fig. 24

das an erster Stelle hier geeignet wäre, steht sein hoher Beschaffungswert entgegen. Man wählte daher das Kupfer und fährt damit besser, als wenn man das viel billigere Eisen benutzen würde.

In gewissen Fällen kann es aber gerade andererseits erwünscht sein, daß ein Draht einen sehr hohen Widerstand besitzt, wenn es sich z. B. darum handelt, aus gewissen Gründen an bestimmten Stellen einer Leitung viel elektrische Energie zu verzehren.

In solchen Fällen tut man natürlich gut, ein Material zu verwenden, dessen spezifisches Leitvermögen gering ist, also z. B. Eisen oder Neusilber oder Konstantan. Das letztere Material hat überdies, wie manche noch andere, den Vorteil, daß die aus ihm gebildeten Widerstände nahezu konstant verbleiben, auch wenn sich die Temperatur ändert

Zweckmäßig werden solche in die Strombahn absichtlich für den Betrieb oder bei Messungen eingeschaltete Widerstände so eingerichtet, daß man leicht Teile derselben ein- und abschalten kann. Dies wird erreicht z. B bei den Kurbelwiderständen (Fig. 23) oder bei Widerstandskästen (Fig. 24) (auch

Rheostaten genannt). Fig. 25 zeigt einen schematischen Querschnitt eines solchen Rheostaten. Wenn in den entsprechenden Löchern die Stöpsel eingesteckt werden, kann der elektrische Strom seinen Weg durch die dicke Metallschiene des Rheostaten nehmen; wo aber die Stöpsel fehlen, wird er gezwungen, durch die Drahtspule zu gehen, deren Widerstände nach Einheiten (Ohm) geeicht sind. Im skizzierten Falle würde der Widerstand 3 Ohm betragen.

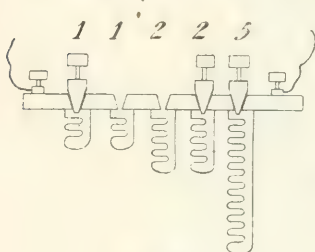


Fig. 25.

Gerade wie für elektromotorische Kräfte Normalelemente, so hat man auch hier Normalwiderstände konstruiert, mit dem angenehmen Unterschiede jedoch, daß man (da man ja nicht von chemischen Prozessen, sondern bei einem bestimmt ausgewählten Material nur von Dimensionen des aus diesem Material hergestellten Drahts abhängig ist) genau die Einheit (ein Ohm) wirklich darstellen kann. Ein solches Normal-Ohm zeigt die Fig. 26 a in äußerer Ansicht, Fig. 26 b in schematischem Querschnitt.

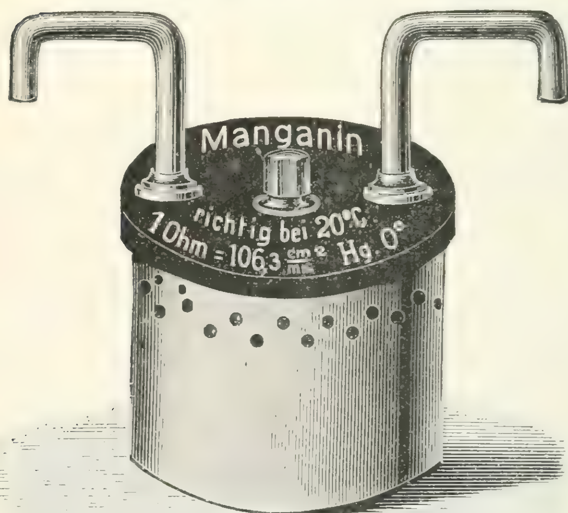
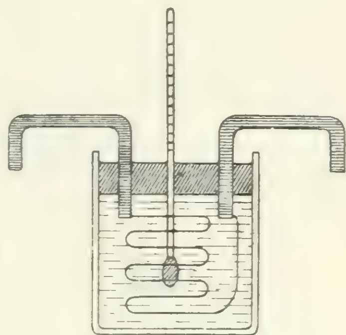


Fig. 26 a.

Wir haben gesehen, daß in einem Thermoelement an den erwärmten Lötstellen und in einem galvanischen Element zwischen den Polen in der Zelle der Sitz einer elektromotorischen Kraft anzunehmen ist und daß diese elektromotorische Kraft solange besteht, wie Zufuhr von fremder Energie (thermischer oder chemischer), die in elektrische Energie verwandelt wird, stattfindet.

Es hängt nun die Stärke der Strömung, welche in der an ein solches Element als Stromquelle angeschlossenen Strom-

bahn entsteht, ab von dem Widerstande, den sie in dieser Bahn findet, die Richtung der Strömung hängt aber davon ab, in welcher Weise die äußere Strombahn an die Pole der Stromquelle angeschlossen wird.


Fig. 26 b.

Läßt man ein Element offen, oder unterbricht man die vorher geschlossene Strombahn, die die Pole verband, so kann natürlich keine Strömung stattfinden. Es zeigen sich dann nur an den Polen Spannungen, welche zum Ausgleich gebracht werden können, wenn die Strombahn wieder geschlossen wird.

Daß solche elektrische Spannungen an den Polen auftreten können, wird eben auch durch das Vorhandensein einer elektromotorischen Kraft im Innern des Elements veranlaßt. Die Größe der Differenz dieser (momentan nicht zum gegenseitigen Ausgleich kommen könnenden) Spannung ist, abgesehen von dem auch im Innern des Elements der Strömung entgegentretenden (inneren) Widerstand, auch numerisch gleich mit der Größe der elektromotorischen Kraft. Man wird daher Spannungsdifferenzen offener elektrischer Elemente ebenso wie die elektromotorischen Kräfte nach derselben Einheit, also nach Volt, zu messen haben.

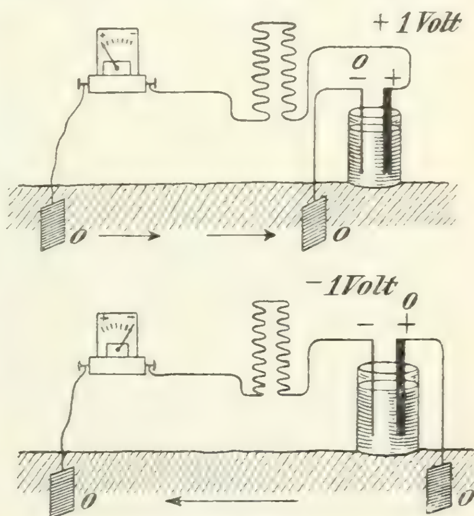


Fig. 27.

Verbindet man nun z. B. (Fig. 27 oben) den negativen Pol eines Daniell-Elementes (dessen E. M. K. = 1 Volt ist) mit der Erde*) und führt vom positiven Pole einen Draht zu einem

* Die Erde kann ihrer riesigen Ausdehnung wegen als ein großes Reservoir für Elektrizität, deren Spannung gleich 0 ist, betrachtet werden.

großen Widerstand und durch denselben und durch ein Galvanometer dann auch wieder zur Erde, so herrscht in diesem Schließungskreis eine Stromstärke, die einen bestimmten Ausschlag der Galvanometernadel hervorbringt.

An dem negativen Pole kann sich in diesem Falle keine Spannung ausbilden, da er direkt mit der Erde (deren Spannung 0 ist) in Verbindung gebracht ist; die am positiven Pole fortgesetzt durch chemische Arbeit hervorgebrachte Spannung gleicht sich, einen elektrischen Strom erzeugend, fortgesetzt durch den Widerstand und das Galvanometer hindurch mit der Erde aus. Die Spannungsdifferenz des positiven Pols gegen die Erde (0) beträgt: 1 Volt.

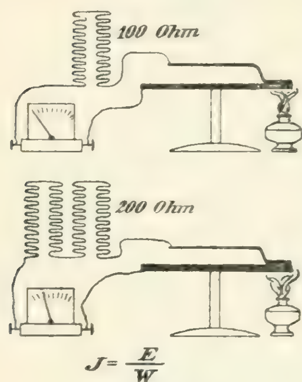


Fig. 28.

Verbindet man aber (Fig. 27 unten) den positiven Pol mit der Erde und den negativen Pol mit dem Widerstand und dem Galvanometer, so entsteht in letzterem ein gleich großer, aber entgegengesetzt gerichteter Ausschlag: die Stärke des solchergestalt bestehenden Stromes ist gerade so groß wie vorhin, aber seine Richtung ist umgekehrt.

Die Spannungsdifferenz des negativen Pols gegen Erde (0) beträgt: — 1 Volt.

Daraus geht hervor, daß alle die Stärke eines Stromes betreffenden und durch sie bedingten Erscheinungen ihrer Größe nach ungeändert bleiben, gleichgiltig, welches die Richtung des Stromes ist, wenn nur die elektromotorische Kraft und die Widerstände in der Strombahn keine andern werden.

Es bestehen nun zwischen elektromotorischer Kraft, Stromstärke und Widerstand gesetzmäßige Beziehungen, die wir sogleich aus zwei typischen Experimenten ersehen können. (Fig. 28.) Die Pole eines Thermoelements sind durch ein Galvanometer und a) einen Widerstand von 100 Ohm, b) einen Widerstand von 200 Ohm geschlossen: wir lesen am Galvanometer im ersten Falle einen gewissen Ausschlag ab, den wir „n" nennen wollen, im zweiten Falle nur die Hälfte dieses Ausschlags.*)

*) Wobei eine Galvanometer-Konstruktion zu verwenden ist, bei welcher die Ausschläge den Größen der Stromstärke proportional erfolgen, was bei den meisten Konstruktionen der Fall ist.

Wir erkennen: bei gleichbleibender E. M. K. (die Lampe soll immer dieselbe Hitze ausstrahlen) ist das Produkt aus Stromstärke mal Widerstand auch gleichbleibend.

Denn

$$n \cdot 100 = \frac{n}{2} \cdot 200.$$

Wir senken ferner (Fig. 29) in einem Zimmer, dessen Temperatur 0° beträgt, ein Thermoelement in ein Wasserbad, dessen Temperatur a) 50°, b) 100° beträgt, so daß im letzteren Falle die elektromotorische Kraft des Elements doppelt so groß ist. Sie beträgt für ein Wismut-Antimon Element im ersteren Falle 0,01 Volt oder 10 Millivolt, im zweiten Falle 20 Millivolt.

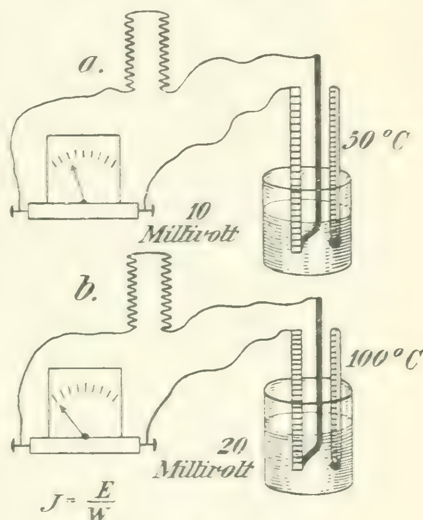


Fig. 29.

Wir schalten wieder in den Schließungskreis, dessen Widerstand in beiden Fällen gleichbleibend gelassen wird, ein Galvanometer ein. Im zweiten Falle zeigt es den doppelten Ausschlag.

Wir erkennen: bei gleichbleibenden Widerstandsverhältnissen in einem geschlossenen Stromkreise ist das Verhältnis oder der Quotient aus E. M. K. und Stromstärke gleichbleibend. Sei der erste Ausschlag mit m bezeichnet, so ist

$$\frac{m}{10} = \frac{2m}{20}.$$

Wenn wir in einem bestimmten Stromkreise die elektromotorische Kraft mit E, den gesamten in diesem Stromkreis vorhandenen Widerstand mit W, die Stromstärke mit J bezeichnen, so läßt sich aus beiden typischen Beispielen ableiten:

1. $J.\ W. =$ konstant, wenn $E. =$ konstant,
2. $\frac{E}{J} =$ konstant, wenn $W =$ konstant ist.

Durch Vereinigung beider Ergebnisse finden wir:

$$J = c\,\frac{E}{W}$$

(wobei c eine konstante Größe ist) als das die drei elektrischen Begriffe verbindende Grundgesetz, welches das Ohmsche Gesetz genannt wird.

Wir können nun auch leicht eine passende Einheit für die Größe von Stromstärken festsetzen: wir wählen als Einheit diejenige Stromstärke, die in einer Strombahn herrscht, deren gesamter Widerstand = 1 Ohm ist, und in welcher eine elektromotorische Kraft von 1 Volt wirksam ist. Dann wird die konstante Größe $c = 1$. Diese Einheit wird 1 Amper*) genannt.

$$\text{Amper} = \frac{\text{Volt}}{\text{Ohm}}.$$

Es muß bemerkt werden, daß man nicht, wie für 1 Ohm und für eine bestimmte E. M. K. sich eine Normalstromstärke in einer aufhebbaren Form verschaffen kann, da eine Stromstärke als der Quotient von Volt und Ohm sich nicht durch materielle Gegenstände dauernd festlegen läßt: sie tritt ja nur in Erscheinung beim Fließen von elektrischer Energie und ist gewissermaßen einer Geschwindigkeit vergleichbar, für die man auch kein einheitliches festes aufhebbares Maß gewinnen kann, die man vielmehr als Quotient einer Streckeneinheit durch eine Zeiteinheit zu definieren hat.

Man muß daher die Instrumente, mit denen man Stromstärken nach ihren Einheiten messen will, unter Zuhilfenahme von Normalelementen und Normalwiderständen nach Amper eichen.

Solcherart geeichte Galvanometer werden dann Ampermeter genannt. Man hat dann also nur nötig, ein solches Instrument in die Strombahn einzufügen, um an ihm direkt die Größe der in der Leitung vorhandenen Stromstärke abzulesen; es ist dabei ganz gleichgiltig, an welcher Stelle man das Ampermeter einschaltet; da die Stromstärke an jeder Stelle der Stromleitungsbahn in einer geschlossenen Leitung gleich groß ist.

Anders ist es, wenn die Strombahn nicht einen einzigen geschlossenen Kreis bildet, sondern Verzweigungen enthält (Fig. 30). Die Strombahn A, welche eine Stromquelle enthält, verzweigt sich an der Stelle 1 in drei Äste a, b, c, die im Punkte 2

*) Nach dem französischen Forscher Ampère. Genaueres siehe im 9. Bändchen dieser Sammlung, Kap. I.

wieder zusammenlaufen. Es bestehen dann folgende von Kirchhoff aufgestellten Gesetze:

1. Die Summe der Stromstärken: i_a, i_b, i_c in den einzelnen Zweigen ist gleich der in der ungeteilten Bahn fließenden Stromstärke $i_A = i_a + i_b + i_c$.

2. Die in den einzelnen Zweigen herrschenden Stromstärken i_a, i_b, i_c verhalten sich gegenseitig genau wie die Leitvermögen der betreffenden Zweige; die Leitvermögen lassen sich aber

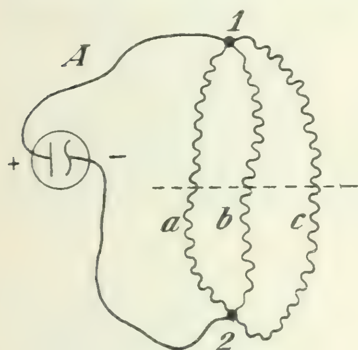


Fig. 30.

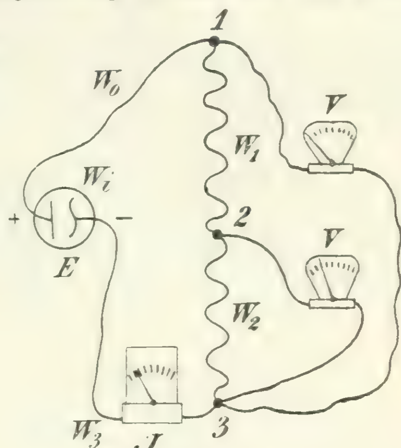


Fig. 31.

(nach Seite 33) als die reziproken Werte der Widerstände der betreffenden Zweige w_a, w_b, w_c darstellen also:

$$i_a : i_b : i_c = \frac{1}{w_a} : \frac{1}{w_b} : \frac{1}{w_c}.$$

Sind von den drei Bahnen eine hauptsächlich stromführend, die andern aber, weil sie großen Widerstand besitzen, nur von geringen Strömen durchflossen, so werden letztere Nebenschlüsse genannt.

Wenn man die Galvanometer nicht zur Messung von Stromstärken sondern von Spannungsdifferenzen benutzen will, werden dieselben in solchen Nebenschlüssen an die Hauptleitung angelegt.

Ist eine Stromquelle E (Fig. 31), welche selbst im Innern den Widerstand w_i besitzt, durch eine Leitung geschlossen, deren Widerstand w_o (bis zum Punkte 1) $+ w_1 + w_2 + w_3$ (vom Punkte 3 bis zur Stromquelle hin) ist, so ist die Stromstärke

$$J = \frac{E}{w_i + w_o + w_1 + w_2 + w_3}$$

oder $$E = Jw_i + Jw_o + Jw_1 + Jw_2 + Jw_3.$$

Von der genannten vorhandenen elektromotorische Kraft E wird aber im Innern der Stromquelle selbst schon ein Teil, nämlich $J \cdot w_i$ verzehrt.

Wenn man daher die an den Polen zur Verfügung stehende Differenz der Spannung, die sich über die äußere Leitung hin durch Elektrizitätsströmung ausgleichen kann, bestimmen will, muß man von der gesamten E. M. K. den Bestandteil Jw_i in Abzug bringen. Diese Spannung zwischen den Polen eines Elements oder den Ableitern irgend eines elektrischen Generators im allgemeinen wird Klemmenspannung (richtiger Klemmenspannungsdifferenz) genannt.

Der Spannungsabfall zwischen den Punkten 1 und 3 muß noch geringer sein als die Klemmenspannung, da ja auf den Wegstrecken mit den Widerständen w_o und w_3 schon Spannungsabfälle eingetreten sind. Die Spannungsdifferenz zwischen 1 und 3 ist aber

$$X = J w_1 + J w_2 .$$

Legt man nun ein Galvanometer mit sehr hohem eigenem Widerstand w_g an den Stellen 1 und 3 an die vorbeschriebene Strombahn an, so werden die gesamten Strömungsverhältnisse in dieser Strombahn gar nicht wesentlich verändert. Die Stromstärke (i_g) in dem das Galvanometer enthaltenden Nebenschluß verhält sich nämlich zu der Stromstärke in dem Hauptstrom (J) wie

$$i_g : J = \frac{1}{\infty} : \frac{1}{w_1 + w_2}$$

wobei mit ∞ ein sehr hoher Widerstandswert (w_g) bezeichnet wird.

Der Wert $\frac{1}{\infty}$ ist aber von 0 nicht wesentlich verschieden, kann jedenfalls für die Messung vernachlässigt werden.

Da nun aber w_g eine für das verwendete Galvanometer bestimmte gleichbleibende Größe ist, nach dem Ohmschen Gesetz aber allgemein

$$J = \frac{E}{w} = \frac{1}{w} \cdot E$$

und in diesem Falle also $J =$ konst. E, so kann man, indem man J bestimmt, auch proportional für E ein Maß erhalten, d. h. man kann auf solche Weise bei einer derartigen Schaltung

mit einem Galvanometer von hohem innerem Widerstand die Spannungsdifferenz messen, welche zwischen den Punkten 1 und 3 besteht. Wird ein solches Galvanometer mit einer nach Volt geeichten Skala versehen, so heißt es Voltmeter. Ist $w_1 = w_2$ und schaltet man das Voltmeter zwischen den Punkten 2 und 3 ein, so findet man genau die Hälfte der vorhin erhaltenen Zeigerangabe.

Nach Kenntnis der Kirchhoffschen Gesetze kann man sich leicht ein Bild machen über die Strömungsverhältnisse, wie sie in den vielverzweigten Leitungsnetzen, die sich an die elektrischen Zentralen anschließen, bestehen.

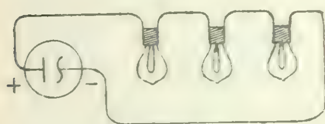


Fig. 32 a.

Grundsätzlich kann man (wie in Fig. 32 für eine Stromquelle und drei Glühlampen angedeutet) Verbraucher

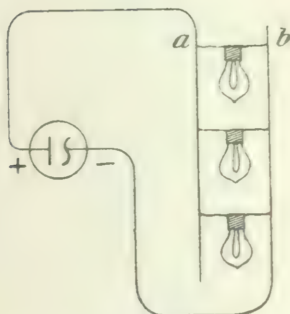


Fig. 32 b.

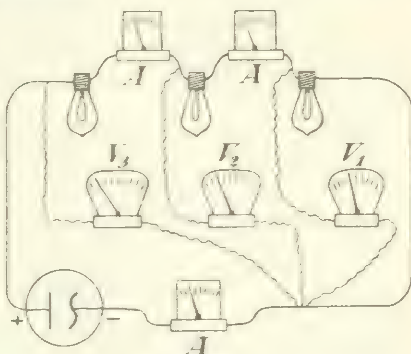


Fig. 33.

elektrischer Energie hintereinander (oder in Reihenschaltung) in die Strombahn einschalten oder nebeneinander (in Parallelschaltung); im letzteren Falle kann man sich z. B. den +Pol des Generators mit der Schiene a und den —Pol mit der Schiene b in Verbindung gebracht denken und zwischen beide Schienen alle Verbraucher gleichartig eingeschaltet.

Bei der Hintereinanderschaltung ergibt sich hinsichtlich der Verhältnisse der Stromstärke und des Spannungsabfalls das in Fig. 33 dargestellte Bild: alle Lampen brennen mit derselben Stromstärke, auf jede aber kommt nur $^1/_3$ der gesamten Klemmenspannung, wie dies bei Ausführung des Experiments die Zeigerstellungen in dem Ampermetern (A) und Voltmetern (V) ergeben.

Bei der Parallelschaltung ergibt sich das in Fig. 34 dargestellte Bild: alle Lampen brennen mit derselben Spannungsdifferenz, aber die durch die einzelne Lampe geführte Stromstärke beträgt nur $^1/_3$ der Gesamtstromstärke, welche vom Generator geliefert wird.

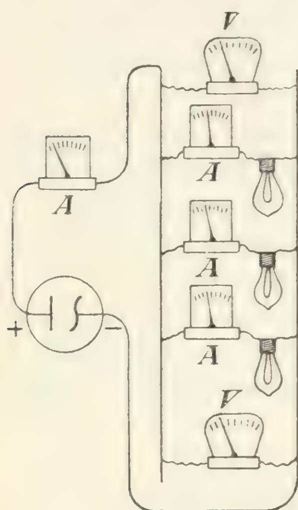


Fig. 34.

Ebenso wie für Elektrizitätsverbraucher kann man die genannten Schaltungen auch für Elektrizitätserzeuger anwenden. Fig. 35 zeigt als Beispiel zwei Elemente in a) Reihen- und in b) Parallelschaltung. Bei der ersteren Schaltung (der + Pol des einen ist mit dem — Pol des nächsten verbunden) treten in die Strombahn verdoppelt ein: die elektromotorische Kraft und der innere Widerstand jedes Elements. Die Schaltung b ist aber gleichbedeutend damit, als ob statt der zwei Elemente nur eines, aber von doppelter Größe vorhanden sei, der positive Pol des einen ist mit dem positiven Pol des andern direkt verbunden und ebenso die beiden negativen Pole. Hier kommt für die Leitungsbahn die elektromotorische Kraft des Elements nur einmal, der innere Widerstand aber mit dem halben Wert des einzelnen Elements zur Geltung.

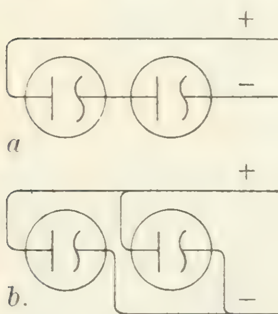


Fig. 35.

Wenn man den Widerstand einer verzweigten Leitung (siehe Fig. 30) berechnen will, so hat man sich des Kirchhoffschen Gesetzes zu erinnern, welches besagt, daß die Gesamtstromstärke einer verzweigten Leitung gleichzusetzen ist der Summe der in den einzelnen Zweigen fließenden Stromstärken und daß die Widerstände die reziproken Werte zu den Stromstärken darstellen: Man findet aus

$$J = i_1 + i_2 + i_3 .$$

$$\frac{1}{W} - \frac{1}{w} + \frac{1}{w_2} + \frac{1}{w_3}$$

oder ausgerechnet

$$W = \frac{w_1 w_2 + w_2 w_3 + w_3 w_1}{w_1 w_2 w_3}$$

Das Messen von Widerständen geschieht immer (analog dem Messen von Massen durch Vergleich mit Massenstücken, die man fälschlicherweise im gewöhnlichen Leben noch häufig Gewichtsstücke nennt) durch Vergleichung mit Widerstandsätzen oder im letzten Grunde mit Normalwiderstanden, die als Ur- oder Vergleichsmasse (Etalons) an Amtsstellen (im Deutschen Reich in der physikalisch-technischen Reichsanstalt) verwahrt werden.

Das Messen von elektromotorischen Kräften geschieht zumeist mit nach Volt geeichten Galvanometern, deren Eichung im Grunde auch nach den Normalelementen zu erfolgen hat, die in der physikalisch-technischen Reichsanstalt angefertigt und aufbewahrt werden.

Das Messen von Stromstärken geschieht mit den oben erwähnten Galvanometern, die auf der eine gegenseitige Bewegung veranlassenden Einwirkung von elektrischen Strömen und Magneten beruhen und die nach Amper geeicht werden. Diese Eichung kann, wie oben angegeben, mit Normalelementen und Normalwiderständen erfolgen. Sie kann aber auch auf einem andern Wege erfolgen, in Anlehnung an Gesetze, die im 6. Kapitel genauer zu besprechen sind.

Wenn nämlich ein elektrischer Strom durch eine Flüssigkeit geleitet wird, die sich vom elektrischen Strom zersetzen läßt, z. B. durch eine Metallsalzlösung, so wird aus derselben das Metall in reiner Form ausgeschieden, als Ansatz an die eine Elektrode, die dadurch an Masse zunimmt. Die ausgeschiedene Metallmasse ist nun der Stromstarke und der Zeit genau proportional, so daß also z. B. durch einen Strom von der doppelten Stärke in der dreifachen Zeit die sechsfache Menge abgeschieden wird. Nach ganz genauen Messungen beträgt z. B. die aus einer wässerigen Lösung von Silbernitrat ausgeschiedene Menge metallischen Silbers durch einen Strom von 1 Amper Stärke in 1 Sekunde: 0,001118 g.

Apparate, in welchen solche Metallabscheidungen zum Zwecke der Messung von Stromstärken vorgenommen werden,

heißen Voltameter. Man kann also die Galvanometer auch eichen unter Zuhilfenahme von Voltametern.*)

Die Messung von Stromstärken kann auch noch mittels Meßinstrumenten**) geschehen, deren Bau auf einem ganz andern Grundgesetz der Elektrik beruht, das als besonders wichtig hier im einleitenden Kapitel noch Erwähnung zu finden hat, wenngleich seine eingehendere Besprechung im 5. Kapitel erfolgen wird. Es ist das Joulesche Gesetz.

Unter den Wirkungen der elektrischen Ströme in metallischen Strombahnen hatten wir auch die Erwärmung der Strombahnen erwähnt. Es hat sich nun gezeigt, wie durch Joule zuerst nachgewiesen, daß die Erwärmung eines solchen metallischen Leiterstücks unabhängig ist vom Material des Leiters, daß es aber proportional ist dem elektrischen Widerstand des Leiterstücks und dem Quadrate der Stromstärke, die ihn durchfließt. Bezeichnet man die in der Einheit der Zeit (t), der Sekunde, erzeugte Wärmemenge (C) oder den Wärmeeffekt durch Q oder $\frac{C}{t}$ so ergibt sich $\frac{C}{t} = Q = a \cdot W \cdot J^2$,

*) Es ist dies sogar diejenige Methode, welche sich anlehnt an das Deutsche Gesetz betreffend die elektrischen Maßeinheiten vom 1. Juni 1898. Dieses lautet:

§ 1. Die gesetzlichen Einheiten für elektrische Messungen sind das Ohm, das Amper und das Volt.

§ 2. Das Ohm ist die Einheit des elektrischen Widerstandes. Es wird dargestellt durch den Widerstand einer Quecksilbersäule von der Temperatur des schmelzenden Eises, deren Länge bei durchweg gleichem, einem Quadratmillimeter gleich zu achtendem Querschnitt 106,3 cm und deren Masse 14,4521 g beträgt.

§ 3. Das Amper ist die Einheit der elektrischen Stromstärke. Es wird dargestellt durch den unveränderlichen elektrischen Strom, welcher bei dem Durchgang durch eine wässerige Lösung von Silbernitrat in einer Sekunde 0,001118 g Silber niederschlägt.

§ 4. Das Volt ist die Einheit der elektromotorischen Kraft. Es wird dargestellt durch die elektromotorische Kraft, welche in einem Leiter, dessen Widerstand ein Ohm beträgt, einen elektrischen Strom von einem Ampere erzeugt.

§ 7. Die physikalisch-technische Reichsanstalt hat Quecksilbernormale des Ohm herzustellen und für deren Kontrolle und sichere Aufbewahrung an verschiedenen Orten zu sorgen.

§ 8. Die physikalisch-technische Reichsanstalt hat für die Ausgabe amtlich beglaubigter Widerstände und galvanischer Normalelemente zur Ermittelung der Stromstärken und Spannungen Sorge zu tragen.

**) Die Hitzdrahtmeßinstrumente, die im 5. Kapitel genauere Besprechung finden.

worin a eine Proportionalitätskonstante bedeutet. Da nun nach dem Ohmschen Gesetze $E = W \cdot J$, kann man auch sagen

$$\frac{C}{t} = Q = a \cdot E \cdot J.$$

Man kann also auch sagen, daß der Erwärmungseffekt, den ein bestimmtes Metallleiterstück auf die Umgebung ausübt, proportional ist der zwischen den Enden des Leiterstücks herrschenden Spannungsdifferenz und der Stromstärke des durchfließenden Stroms.

Die nun entstandene Größe, welche aus der Multiplikation einer elektromotorischen Kraft oder einer Spannungsdifferenz und einer Stromstärke entsteht, wird, da sie einem Wärmeeffekt (oder auch einem mechanischen Effekt) äquivalent ist, elektrischer Effekt genannt. Die für ihn auftretende Einheit ist naturgemäß aus der Multiplikation eines Volt und eines Amper gebildet und wird Voltamper oder Watt genannt. Häufig wird der 1000fache Wert gebraucht, der Kilowatt heißt.

Will man die Arbeit wissen, die von einem elektrischen Strome, dessen Effekt bekannt ist, in bestimmter Zeit geleistet wird, so hat man nur nötig, den Effekt mit einer gewissen Zeiteinheit, während welcher der Effekt wirksam bleibt, zu multiplizieren, also z. B. mit einer Stunde.

Man erhält dann als Einheit für elektrisch geleistete Arbeit die Wattstunde, oder die Kilowattstunde, welche dem Meterkilogrammgewicht (hinsichtlich mechanischer Arbeit) und der Kalorie (hinsichtlich thermischer Arbeit) analog ist.

Vergleichende Versuche haben ergeben, daß:

1 Kalorie = 427 mkg-Gewicht,
1 Pferdekraft = 736 Watt

ist, wobei

1 Pferdekraft = 75 mkg-Gewicht per Sekunde.

Man hat daher die die Elektrik mit der Mechanik und der Thermik hinsichtlich der Äquivalenz der Arbeit verbindenden Maßbeziehungen:

1 Kilowatt = 1,36 Pferdekraft,
1 Kilowatt = 102 mkg-Gewicht per Sekunde,
1 Kilowatt = 0,24 Kalorie per Sekunde

oder

1 Kilowattstunde = 1,36 Pferdekraftstunden,
1 Kilowattstunde = 367 000 mkg-Gewicht,
1 Kilowattstunde = 860 Kalorien.

Dritte Vorlesung.

Beziehungen zwischen Elektrik und Magnetik. (Elektromagnetismus.)

Fast ebensolange wie auf elektrischen sind auch auf magnetischen Wirkungen beruhende Anziehungserscheinungen bekannt.

In der Nähe von Magnesia in Kleinasien waren Erzlager entdeckt worden, von denen einzelne Stücke die merkwürdige Eigenschaft zeigten, kleine Eisenteile, die man in ihre Nähe brachte, anzuziehen und festzuhalten. Jenes Erzlager bestand aus Magneteisenstein, einem Oxydationsprodukt des Eisens (chemisch $Fe_3 O_4$). Fig. 36 zeigt einen natürlichen Magneten mit eiserner Armatur. Solche Eisenerzlager von chemisch gleicher Beschaffenheit sind unterdessen an vielen Orten der Erde, z. B. in riesigen Mengen in Schweden, entdeckt worden. Auch die an solch anderen Orten gefundenen Magneteisenstücke zeigen die gleiche Eigenschaft.


Fig. 36.

Das Anziehungsvermögen der magnetischen Erze bezieht sich aber, während elektrisierte Körper allerlei andere kleine Körperchen anziehen, nur auf Eisen (und wenige andere dem Eisen nahestehende Substanzen). Es gelang aber durch Bestreichen mit natürlichen Magneteisenstücken auch beliebigen Eisen- und Stahlstäben jene Eigenschaft, die man Magnetismus nannte, zu verleihen, und zwar zeigte sich, daß Stahlstücke diese Eigenschaft, nachdem sie sie einmal erlangt hatten, dauernd behielten, jahrhundertelang, während weiches Eisen den ihm mitgeteilten Magnetismus bald wieder verlor. Die natürlichen Magnete haben heute keine erhebliche Bedeutung mehr, wohl aber die permanent magnetisierten Stahlstücke und die temporär magnetisierten Weicheisenstücke. Fig. 37 zeigt einen Stahlmagnet-


Fig. 37.

stab, wie er aussieht, wenn man ihn in Eisenfeilicht getaucht und daraus emporgehoben hat.

Die anziehenden Kräftewirkungen scheinen nicht vom ganzen Magneten sondern von zwei Punkten in ihm auszugehen, die man die Magnetpole genannt hat. Diese Pole sind aber nicht etwa wirkliche Sitze der magnetischen Kraft. Dies erkennt man am besten, wenn man einen Magnetstab in eine Anzahl (etwa sechs, wie Fig. 38 zeigt) von Teilen zerschlägt. Alle einzelnen Teile sind dann wieder entsprechend kleinere Magneten geworden, von denen jeder seine zwei Pole hat, die mit N und S bezeichnet sind. Die Bezeichnungen N und S sind gewählt, weil man die Magnetpole nicht etwa als positiven oder negativen, sondern als Nordpol und Südpol bezeichnet. Dies rührt von einer merkwürdigen Eigenschaft eines leichtbeweglich aufgestellten Magnetstäbchens her, die man in Europa seit dem Mittelalter, in China schon seit

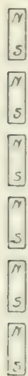
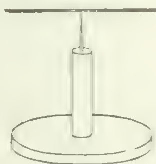
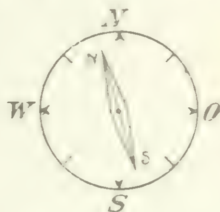


Fig. 38.





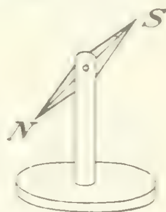


Fig. 39.

längerer Zeit kennt, nämlich immer mit dem einen Pole nach Norden hin sich einzustellen, mit dem andern nach Süden. Stellt man (Fig. 39) eine Magnetnadel so auf eine Spitze, daß sie horizontal frei schwingen kann, so stellt sie sich mit dem einen Ende, wenn auch nicht genau, so doch deutlich nach Norden hin. Die Abweichung (Deklination) von der reinen Nordrichtung beträgt für Kiel jetzt ca. 12°, sie ist für andere Orte der Erde und für andere Zeiten verschieden. Stellt man ferner die Nadel so zwischen zwei Spitzen, daß sie sich in der vertikalen Deklinationsebene bewegen kann, so senkt sich (obgleich beide Hälften der Nadel genau gleichschwer sind) die Nadelspitze in die Tiefe, und zwar bildet sie in Kiel jetzt einen Winkel von ca. 68,5° mit dem Horizont.

In der Umgebung des Magneten, in dem Felde, in dem er seine Kräfte äußern kann, sind die Kräfte so auf kleine

Eisenstäbchen richtend wirksam, wie es Fig. 40 darstellt. Man kann sich eine solche Figur leicht selbst herstellen, wenn man auf eine Glasplatte möglichst gleichmäßig Eisenfeilicht aufstreut, die Platte auf einen Stabmagneten legt und leise klopft: in wenigen Augenblicken entsteht das Bild, wie es Fig. 40 zeigt.

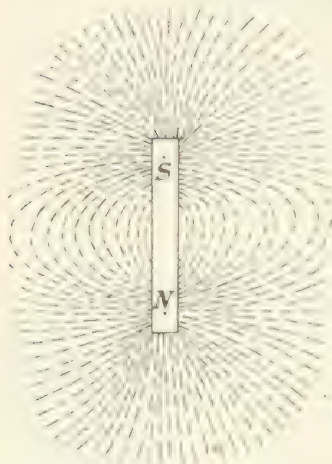


Fig. 40.

Verbindet man die einzelnen in der Längsrichtung aneinander gereihten Teilchen, so erhält man Kurven, die man, weil sie die Richtung, in welcher an jeder von ihnen getroffenen Stelle die magnetische Kräfte wirken, anzeigen, magnetische Kraftlinien nennt; ihre Gesamtheit bildet ein magnetisches Kraftfeld. Was die Stärke der magnetischen Kräfte betrifft, so nimmt sie ab, je weiter man sich von den Polen entfernt. In der Mitte des Magnetstabes (Fig. 37) sieht man daher nur wenig Eisenteilchen haften.

Biegt man einen Magnetstab in Form eines Kreises (Fig. 41) so treten besonders starke magnetische Kräfte auf in dem Kraftfelde zwischen den Polen. Und zwar verlaufen die Kraftlinien hier, wenigstens in der Mitte, parallel zueinander, wie Fig. 42 deutlicher erkennen läßt. Ein solches magnetisches Kraftfeld heißt ein homogenes.

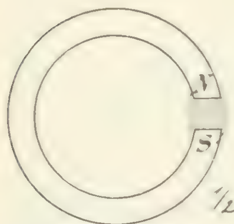


Fig. 41.

Anstatt daß ein Luftraum zwischen den beiden Polen sich befindet, könnte man auch irgendwelche andere Körper in dieses Feld bringen, ohne daß seine Homogenität gestört wird; ausgenommen jedoch solche Körper, die selbst magnetisierbar sind, also namentlich weiches Eisen. Bringt man z. B. einen Eisenring ins Innere dieses Feldes, so zeigen die Kraftlinien das Aussehen, wie in Fig. 43 angedeutet. Sie haben sich fast alle in den Eisenring hineingezogen, ihre Dichte im Luftraum ist nur ganz gering. Das Eisen zeigt sich gewissermaßen leichter durchlässig für die magnetischen Kraftwirkungen; man bezeichnet daher diese Eigenschaft als „Permeabilität". Jedes Eisen zeigt gegenüber Luft oder andern

Metallen eine riesengroße Permeabilität, die jedoch bei den verschiedenen Eisensorten anders ausfällt. Man wird daher, wenn man recht starke magnetische Wirkungen haben will auf kleinem Raume (und dies ist beim Bau von elektrischen Maschinen der Fall) recht kräftige Felder zu erzeugen und innerhalb dieser Material von höchster Permeabilität anzuordnen bemüht sein.

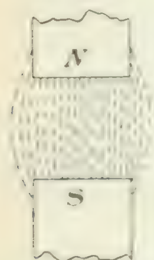


Fig. 42.

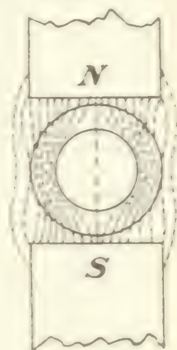


Fig. 43.

Ähnlich der Ringform ist die Hufeisenform, die häufig für permanente Magnete angewendet wird. Bringt man ein Stück weiches Eisen an die freien Enden des Hufeisens (Fig. 44), so wird es mit besonderer Gewalt angezogen und festgehalten, so daß man an ihm schwere Gewichtsstücke anhangen kann, ohne daß es abgerissen wird: gewissermaßen wie ein Anker im Meeresgrund, so haftet es fest an den Schenkelenden des Hufeisenmagneten.

Ein solches, viel magnetische Kraftlinien in seinem Innern aufnehmendes Eisenstück wird, nach dieser Analogie, in der Tat allgemein als „Anker" bezeichnet, eine Bezeichnung, die auch für den von Kraftlinien durchflossenen Teil einer elektrischen Maschine in weiterem Sinne angenommen worden ist.

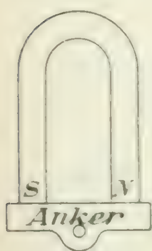


Fig. 44.

Bringt man über einem solchen (umgekehrt aufgestellten) Hufeisenmagneten einen Magnetstab, beweglich aufgehängt, an, dessen Nordende nach unten zeigt (Fig. 45), so wird dies Nordende nicht senkrecht nach unten hängen, sondern sich nach dem Südende des Hufeisens hinneigen. Man kann sagen: „verschiedene Magnetpole ziehen einander an" oder „verschiedene Magnete suchen eine solche Anordnung zu nehmen, daß eine möglichst geschlossene Anordnung zu einem Gesamtmagneten (wie Fig. 38 darstellt) entsteht oder sich bilden möchte.





Fig. 45.

Man kann auch allgemein so sagen: Jeder Magnet hat um sich ein Magnetfeld. Sind nun mehrere Magnete in solcher Nähe

vorhanden, daß sie sich beeinflussen können, so suchen sie eine solche Lage anzunehmen, daß die Magnetfelder sich zu einem geschlossenen möglichst einfachen und symmetrischen Felde verschmelzen.

Die Entdeckung Örsteds legte es nun nahe, Gebilde zu schaffen, durch welche der Einfluß elektrischer Ströme auf Magnete wesentlich stärker zum Ausdruck kommen könnte, als bei seinem Versuche.

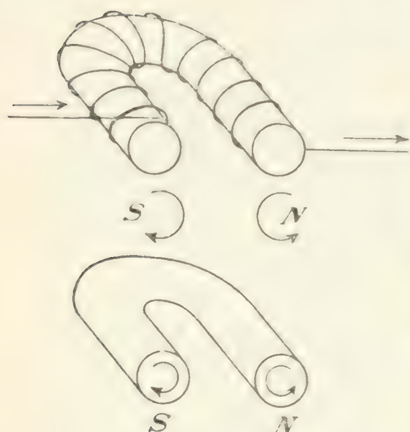


Fig. 46.

Kein anderes stromdurchflossenes Gebilde zeigt nun jene Eigenschaft elektrischer Ströme stärker, als die Drahtspirale oder Spule.

Windet man (Fig. 46) um ein weiches Stück Eisen, das Hufeisenform hat und zunächst an sich ganz frei von Magnetismus war, einen isolierten Draht und läßt es von einem elektrischen Strom umflossen werden, so zeigt es dieselben Eigenschaften, wie ein Magnet: man nennt es daher mit Recht „Elektromagnet". Ein beweglich unter ihm aufgehängter Magnetstab stellt sich so ein, daß seine Pole möglichst nahe den Enden des Hufeisens zu kommen sich bestreben. Und zwar stellt sich, auch wenn der Stab künstlich wieder aus seiner Lage gebracht wird, der Südpol immer nach rechts ein, wenn die Richtung des elektrischen Stroms die in der Fig. 47 angedeutete ist.

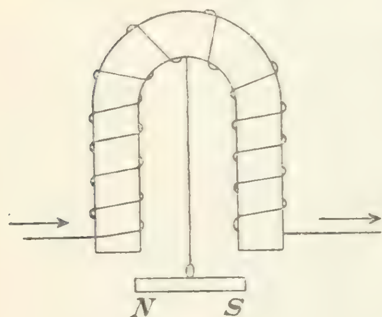


Fig. 47.

Da nun verschiedenartige Magnetpole sich anziehen, so ergibt sich, daß das rechte Ende des stromumflossenen Hufeisens den Charakter eines magnetischen Nordpols angenommen hat. (Fig. 46, unten.)

Also das Ende einer stromdurchflossenen Drahtspule (die auch Solenoid genannt wird), an welchem die elektrische Strömung (wenn man darauf hinblickt) entgegengesetzt dem Sinne des Uhrzeigers fließt, hat den Charakter eines Magnetnordpols, das Ende, an welchem der Strom im Uhrzeigersinne fließt, den Charakter eines Südpols.

Diese Analogie hat den französischen Forscher Ampère zur Aufstellung der Theorie gebracht, daß auch jeder permanente Stahlmagnet in seinen kleinsten Teilchen von elektrischen Kreisströmen durchflossen sei, die nach außen hin dieselbe Wirkung ausüben, wie die tatsächlich durch eine Drahtspule mit gegeneinander isolierten Windungen fließenden elektrischen Strome (Fig. 48).

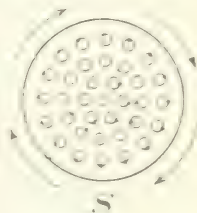


Fig. 48.

Ein Solenoid braucht nun im Innern gar nicht einen Eisenkern zu tragen; auch ohne denselben zeigt es, allerdings nur temporär, nur solange es vom Strom durchflossen wird, die Eigenschaft eines Magneten. Es sucht auch wie zwei andere Magnete, selbst wenn es mit einem Magnetstab zusammengebracht wird, ein einziges Magnetfeld zu bilden. Man nennt im Gegensatz zu dem permanenten Stahlmagneten ein Solenoid einen temporären Magneten (Fig. 49).

Auch ein Solenoid erzeugt also um sich herum ein Magnetfeld; und zwar steht die Stärke dieses Feldes ($\mathfrak{H}$) in einfachen Beziehungen zu der Windungsanzahl (n) und der Stromstärke (i) des Stroms, der durch das Solenoid fließt.

$$\text{Es ist } \mathfrak{H} = \tfrac{5}{4}\, n i\,.$$

In einem kernlosen Solenoid ist seine magnetische Eigenschaft sofort verschwunden, sobald der Strom nicht mehr fließt. Ist ein Stahlstück eingelegt, so ist aus demselben ein permanenter Magnet geworden. Aber auch ein Stück ganz weiches Eisen zeigt alsbald nach dem Aufhören des Stromflusses noch Spuren von Magnetismus, der darin „remanent" geblieben ist. Diese Eigenschaft wird als „Hysteresis" bezeichnet. (Sie ist bei dem Bau von elektrischen Maschinen häufig störend, und man sucht Eisensorten herzustellen, die diese Eigenschaft in möglichst geringem Grade besitzen.)

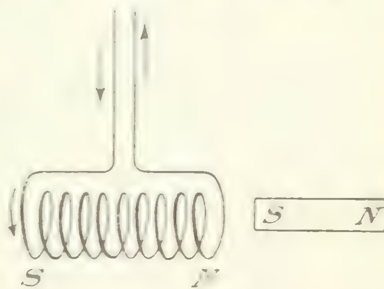


Fig. 49.

Was nun vom gegenseitigen Verhältnis eines Solenoids und eines Magneten gilt, muß natürlich, nachdem die Äquiva-

lenz beider einmal festgestellt ist, auch für zwei Solenoide selbst gelten (Fig. 50).

Auch sie suchen, falls hinreichend beweglich aufgehängt, sich so zu stellen, daß sie zusammen ein einfaches Magnetfeld in ihrer Umgebung erzeugen.

Und was von einem Solenoid, einer Drahtspule mit vielen Windungen gilt, wird natürlich (wenn auch hinsichtlich der Stärke der Wirkungen in vermindertem Maße) von dem Elemente eines Solenoids, einer einzigen Windung, einer stromdurchflossenen Drahtschleife, gelten (Fig. 51). Man kann dann, durch einfache Übertragung der bei den Magnetpolen wahrgenommenen Anziehungsverhältnisse, den Satz aussprechen, daß gleich oder parallel gerichtete Ströme sich anziehen, nicht

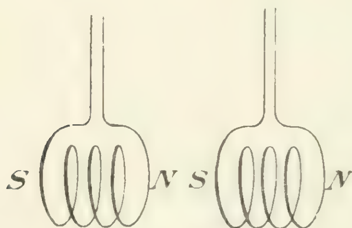
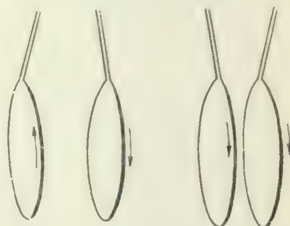


Fig. 50.


Fig. 51.

gleich gerichtete Ströme sich abstoßen, oder, wieder allgemeiner: daß die Strombahnen, falls beweglich, sich so zu stellen suchen, daß die in ihnen fließenden Ströme möglichste Parallelität aufweisen; oder, was dasselbe ist, daß die in der Umgebung durch das Fließen der Ströme in ihren Bahnen entstehenden Magnetfelder sich möglichst gleichartig in ein Feld zu verschmelzen suchen. (Ampèresches elektrodynamisches Grundgesetz.)

Aber nicht allein nach außen hin treten bei einem Solenoid anziehende Wirkungen auf, vielmehr üben auch die einzelnen Windungen aufeinander eine anziehende Wirkung aus. Hat man also z. B. die einzelnen Windungen eines Solenoids nicht hart aufeinander gewickelt, so ziehen sich die einzelnen nebeneinander liegenden Windungen, in denen ja die Ströme parallel fließen, an, und die Spule sucht sich in Richtung ihrer Achse möglichst zu verkürzen.

Man kann auf diese Weise (Fig. 52) einen einfachen Stromunterbrecher konstruieren. Man läßt das untere Ende

der eben befestigten Spule in ein Quecksilbergefäß eintauchen, aus dem der Strom dann weitergeleitet wird. Ist die Spule stromdurchflossen, so zieht sie sich zusammen; dabei kommt ihr Ende aus dem Quecksilber heraus, und die Strömung wird unterbrochen; es besteht also keine Ursache mehr, daß die Windungen sich gegenseitig anziehen, die Spule wird von selbst wieder länger, kommt wieder zum Eintauchen, und das Spiel wiederholt sich in rhythmischer Weise, fortgesetzt Stromschluß und -unterbrechung hervorrufend.

Derselbe Effekt läßt sich auch mit einer festgewickelten Spule in passender Weise erreichen durch die von Neef angegebene Vorrichtung zur Erzeugung von periodischen Stromunterbrechungen. (Dieselbe führt den Namen Neefscher Hammer (Fig. 53)). Der Strom einer Elektrizitäts-

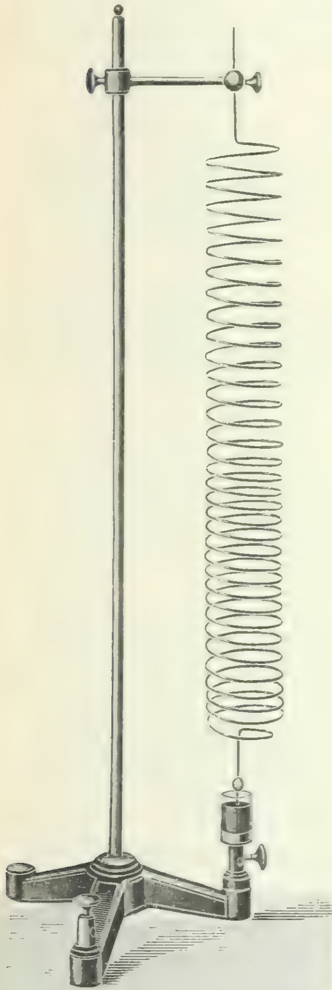


Fig. 52.

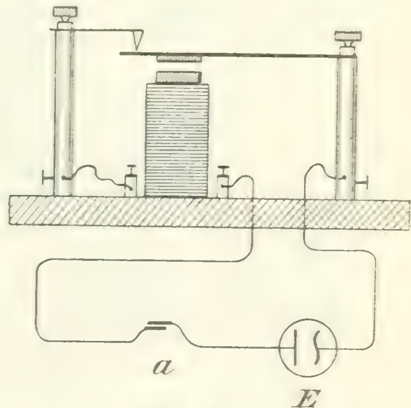


Fig. 53.

quelle (E) geht, wenn der Hauptschalter (a) geschlossen ist, durch eine Spule, aus ihr heraus, durch den Ständer zur Spitze und von dieser zur federnden Lamelle (die gegenüber dem Spulenende ein Stück Eisen, als Anker, trägt), und durch den anderen Ständer zur Stromquelle zurück.

Wird der Strom bei *a* geschlossen, so wird die Spule zu einem Elektromagneten, der Anker wird angezogen; dabei kommt aber die Lamelle an der Spitze frei, wodurch der Strom an dieser Stelle unterbrochen wird; und das Spiel geht so lange fort, bis an der Stelle *a* (oder sonstwo anders) die Strömung dauernd unterbrochen wird.

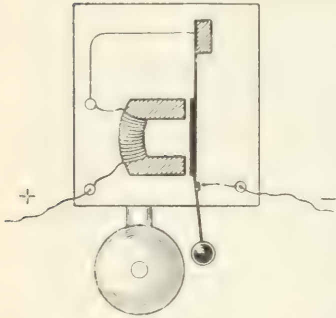


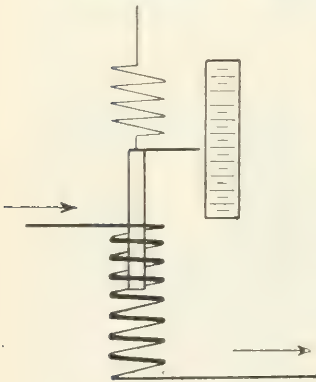
Fig. 54.

Bringt man an der federnden Lamelle einen Klöppel an, der gegen eine Glocke schlagen kann, so erhält man das einfache Schema für eine elektrische Klingel (Fig. 54).

Ein dem Neefschen Hammer ähnlicher für die Telegraphie wichtiger Apparat ist das „Relais".

Der Elektromagnetismus (wie die Lehre von den magnetischen Wirkungen elektrischer Ströme allgemein heißt) findet, so wie er die Grundlage zu den elektrischen Maschinen bildet, namentlich ausgedehnte Verwendung im Bau elektrischer Apparate.

In erster Linie sind hier die Mehrzahl der zur Strommessung dienenden Galvanometer (deren schon im einleitenden Kapitel Erwähnung geschah) zu nennen.


Fig. 55.

Eines der einfachsten Instrumente dieser Art ist das von Kohlrausch angegebene Federgalvanometer, dessen Aufbau schematisch die Fig. 55 angibt. Der zu messende Strom wird durch eine hohle Spule geleitet, in welche teilweise ein unter Einschaltung einer Spiralfeder oben festgehaltener Eisenstab hineinragt. Am Eisenstab ist ein Zeiger befestigt, der längs einer Skala einspielt.

Wird der Strom durch die Spule gesendet, so wird der Eisenkern tiefer herabgezogen: es suchen sich eben das magnetische Feld der Spule und das magnetische Feld des nun zu einem temporären Magneten verwandelten Eisenstabs möglichst innig zu verschmelzen, was hier durch ein Ineinanderkriechen

beider Magnetfelder längs ihrer Achse mechanisch ermöglicht ist. Die Skala ist empirisch nach Amper zu eichen.

Bei dem in Fig. 56 dargestellten Galvanometer sind zwei Drahtspulen (*B.B.*) vorhanden, welche auf den in ihrer Mitte an einem Faden aufgehängten Magneten einwirken. Am Faden ist noch ein kleiner Spiegel (*s*) befestigt; auch bei ganz kleinen Drehungen des Fadens wird ein auf diesen Spiegel geworfener Lichtstrahl bei seiner Reflexion eine Ablenkung erfahren.

Solche Spiegelgalvanometer sind daherimstande, auch noch ganz schwache Ströme anzuzeigen.

Neuerdings verwendet man vielfach Galvanometer, bei denen das Magnetsystem fest, aber eine vom Strom durchflossene Drahtspule beweglich angebracht ist.

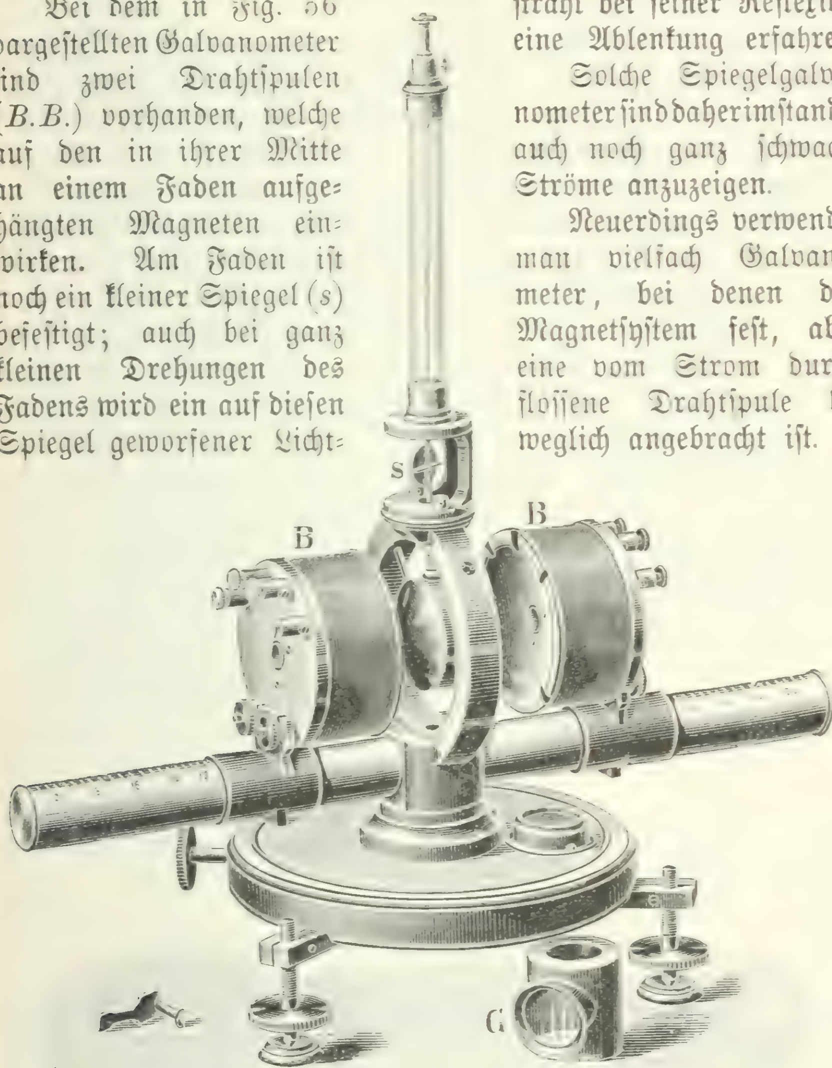


Fig. 56.

Bei dem System Hummel (Fig. 57) befindet sich im Innern einer Drahtspule ein einseitig festgelagertes, durch Federkraft in seiner Ruhelage gehaltenes gebogenes Eisenstück, welches immer mehr gegen den Rand der Spule gedrängt wird, je

stärker der die Spule durchfließende Strom ist. Der unter Hebelübersetzung damit verbundene Zeiger spielt über einer Skala, die nach Amper geeicht ist.

Wenn der Widerstand des Instruments genau gleich 1 Ohm ist, dann wird die Amperskala gleich bedeutend mit einer Voltskala; und man kann in gewissen Fällen ein solches Instrument direkt als Voltmeter gebrauchen.

Will man aber größere Stromstärken mit einem solchen Instrument messen, welche, direkt durch die Spule gesendet, dieselbe zerstören würden, so kann man sich eines Kunstgriffes bedienen.

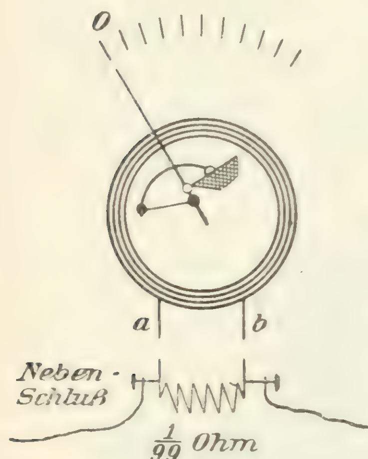


Fig. 57.

Man legt das Instrument nicht direkt in den Stromkreis sondern unter Benutzung eines Nebenschlusses (Shunt). Man schaltet in den Stromkreis direkt ein: einen geeichten Widerstand, dessen Wert z. B. $^1/_{999}$ Ohm beträgt; dann legt man die beiden zum Instrument führenden Zuleitungsdrähte gerade vor und hinter diesem Widerstandsstück an. Dadurch wird erreicht, daß sich der Gesamtstrom verzweigen muß; nur ein geringer Teilstrom kann durchs Instrument fließen. Die Widerstände betragen bezw. 1 Ohm und $^1/_{999}$ Ohm; die Stromstärken verhalten sich also wie

$$\frac{1}{1} : \frac{1}{^1/_{999}} = 1 : 999$$

d. h. $^{999}/_{1000}$ der Gesamtstärke des Stromes gehen an dem Instrument vorbei und nur $^1/_{1000}$ durchs Instrument. Man kann dieselbe Skala weiterbenutzen; nur daß nun jeder Teilstrich, der vorher 1 Amper bedeutete, jetzt dem Werte von $^1/_{1000}$ Amper oder 1 Milliamper entspricht.

Solcher Art sind viele der in der Technik gebrauchten Instrumente.

Wir haben bisher gesehen, wie man durch Drähte fließende elektrische Ströme, namentlich wenn die Drähte in Spulenform

aufgewickelt sind, auf Magnete so einwirken lassen kann, daß sie sich bewegen.

Umgekehrt — es wurde schon oft hervorgehoben, daß derartige Energieverwandlungen umkehrbar oder reversibel sind — kann man auch in Drahtspulen, die gar keine Stromquelle enthalten, noch irgendwie mit einer solchen in Verbindung stehen, elektrische Strömungen entstehen lassen oder „induzieren", wenn man in ihrer Nähe Magnete bewegt.

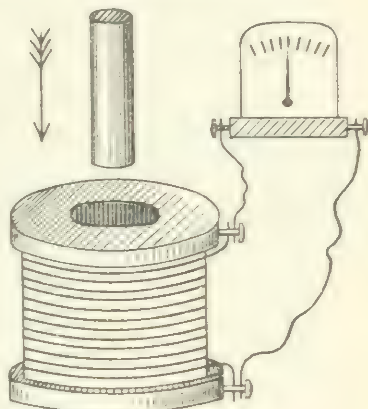


Fig. 58.

Läßt man z. B. (Fig. 58) einen Magnetstab in die Spule hineingleiten, so zeigt sich in dem mit den Enden der Drahtspule verbundenen Galvanometer ein gewisser Ausschlag, welcher aber wieder verschwindet, nachdem der Magnetstab zum ruhigen Aufliegen gekommen ist. Derselbe Ausschlag, nur in umgekehrter Richtung, tritt ein, wenn man den Magnetstab wieder bis zur vorigen Stelle, und zwar mit derselben Geschwindigkeit herauszieht. Auch dieser Ausschlag ist nur ein momentaner, solange andauernder, wie der Magnet in Bewegung ist.

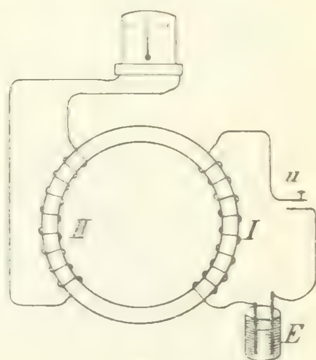


Fig. 59.

Die Erscheinung nennt man Magnet-Induktion. Eine andere Art der Induktion, eine rein elektrische Induktion von Strömen, entdeckte Faraday im Jahre 1831. Er hatte auf einen Eisenring zwei getrennte Spulen aufgewickelt (Fig. 59), von denen die eine (I) mit einer Stromquelle (E) unter Einschaltung eines Unterbrechers (u) verbunden war, die andere (II) mit einem Galvanometer. Schloß er die Strombahn der Spule I durch Niederdrücken des Unterbrechers, so entstand in dem Galvanometer ein bald wieder verschwindender Ausschlag; derselbe, nur wiederum nach der andern Seite, ereignete sich, wenn er den Unterbrecher freigab. Es ist dies, da durch das Galvanometer das Vorhandensein eines Stromes

in bestimmter Stärke nachgewiesen wird, nicht anders zu erklären, als daß (durch Schließen oder Öffnen der Primärspule) in der Sekundärspule eine elektromotorische Kraft rege gemacht worden ist, deren Größe übrigens (durch Beobachtung des Ausschlags an einem geeichten Galvanometer und Messung des Gesamtwiderstands im Stromkreise *II*) sich in Volt angeben läßt.

Wenn man anstatt des bei dem historischen Versuch Faradays angewendeten Ringes als primäre Strombahn eine Spule und als sekundäre Strombahn eine einfache Kreisschleife nimmt (Fig. 60), so wird, wenn man den Strom in Spule *I* schließt, im Ringe *II* ein Strom induziert, dessen Richtung durch den Pfeil angegeben wird. Ein ebenso gerichteter Strom aber entsteht in *II*, wenn die Kreisschleife *II* der Spule *I* genähert wird, während in letzterer der vorhin geschlossene Strom noch dauernd fließt. Und ein ebensolcher Strom würde auch entstehen, wenn man an Stelle des einen Elements in dem Stromkreise *I* plötzlich noch ein zweites hinzuschalten würde, auch während dieser Stromkreis geschlossen bleibt.

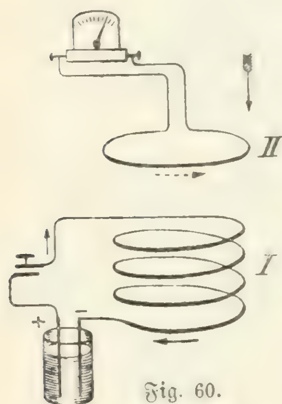


Fig. 60.

Man erkennt: Hervorbringen eines Stromes in der Strombahn *I*, Vergrößerung dieses Stromes oder Verringerung der Entfernung zwischen beiden Strombahnen, diese drei Ursachen bringen alle in der Strombahn *II* einen Stromstoß in einer gleichen Richtung hervor.

In allen entgegengesetzten Fällen (bei Entfernen, Stromverminderung und Öffnen des Stromkreises *I*) entsteht auch ein entgegengesetzt gerichteter Induktionsstrom.

Wenn man sich erinnert, daß um die Spule *I*, wenn sie stromdurchflossen ist, ein magnetisches Feld entstanden ist, in dessen Wirkungssphäre sich der Stromkreis *II* befindet, so kann man, alles zusammenfassend, sagen: bei Verstärkung des magnetischen Feldes an der Stelle, wo sich Stromkreis *II* befindet, entsteht ein Stromstoß von bestimmter Richtung, bei Schwächung des Feldes in entgegengesetzter Richtung.

Anstatt die beiden Stromkreise *I* und *II* räumlich ganz getrennt zu lassen, kann man auch, wie in Fig. 61 angedeutet,

die primäre Spule (starker Draht) und die sekundäre Spule (schwacher Draht) übereinander wickeln.

Schließt und öffnet man dann fortgesetzt hintereinander mit dem Unterbrecher (*u*) den primären Stromkreis, so wird das Galvanometer, das in den sekundären Stromkreis eingeschaltet ist, ebensooft abwechselnd, und zwar gleich weit, nach rechts und links ausschlagen.

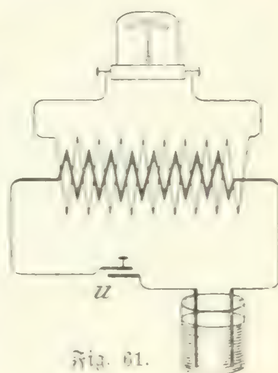


Fig. 61.

Die Strömung, die dabei in der Strombahn *II* entsteht, nennt man Wechselstrom.

Für solche Wechselströme können natürlich nicht mehr die einfachen für die bisher behandelte elektrische Strömung (man bezeichnet sie nun im Gegensatz zum Wechselstrom als Gleichstrom) geltenden Gesetze ohne weiteres Anwendung finden. Es würde aber den Rahmen dieser Vorlesungen überschreiten, sollten auch die für Wechselströme gültigen Gesetze eine ebenso ausführliche Behandlung erfahren.

Eines erkennt man schon. Mit gewöhnlichen elektromagnetischen Galvanometern kann man solche Wechselströme gar nicht ihrer Stärke nach messen. Denn wenn man nur mit dem Unterbrecher schnell genug im primären Stromkreis arbeitet, werden die Ausschläge des Galvanometers (die ja nach rechts und links hin von gleicher Stärke sind) so schnell aufeinander folgen müssen, daß die Nadel, die in kurzen Momenten hintereinander nach rechts und links sich wenden soll, einfach in der Mitte stehen bleibt, oder nur in ein geringes Vibrieren um die Null-Lage gerät.

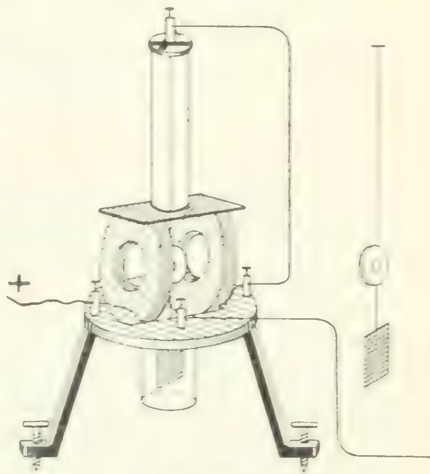


Fig. 62.

Man muß zum Messen von Wechselstromstärken Instrumente anwenden, bei denen sowohl das feststehende, als auch das bewegliche System aus stromdurchflossenen Spulen besteht.

Solche Instrumente heißen elektrische Dynamometer. Fig. 62 zeigt ein solches; rechts ist der bewegliche Teil noch besonders, aus dem Instrument herausgenommen, dargestellt.

Der Wechselstrom, dessen Stärke gemessen werden soll, geht erst durch die festen Spulen, sodann nach oben und zu einem Metallfaden, an dem die bewegliche Spule aufgehängt ist, durch diese und nach unten zu einem Platinblech, welches in konzentrierter Schwefelsäure sich bewegen kann. Durch letztere Einrichtung wird zugleich eine Dämpfung der etwa zu schnell oder vibrierend erfolgenden Schwingungen der beweglichen Spule herbeigeführt. Aus der Schwefelsäure (welches eine recht gut leitende Flüssigkeit ist) wird der Strom dann wieder herausgeführt.

Da die Stromstöße des Wechselstroms, die ja fortwährend ihre Richtung ändern, dies in beiden Spulensystemen gleichzeitig tun, so ist die Gesamtwirkung nicht eine Neutralisation der beiden Einzeleffekte, sondern eine Verstärkung derselben.

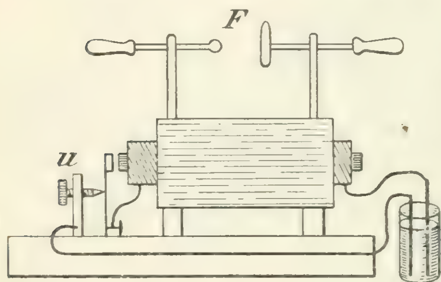


Fig. 63.

Die Möglichkeit, durch fortgesetzte schnell aufeinanderfolgende Unterbrechung des Hauptstromkreises im sekundären Stromkreis Wechselströme zu erzielen, wird verwendet bei der Konstruktion der Induktorien (Fig. 63). Die Unterbrechung wird bewirkt automatisch durch einen Neefschen Hammer oder eine ähnlich wirkende Einrichtung (u). Es wird ferner die innere Spule (die primäre), welcher ein ziemlich starker Strom zugeführt wird, aus verhältnismäßig wenig Windungen stärkeren Drahts gewählt, die äußere Spule, deren Enden mit der Funkenstrecke (F) verbunden sind, enthält eine sehr große Anzahl von Windungen dünnen Drahtes mit guter Isolation. Zu den kräftigsten Induktorien hat man für die sekundäre Spule Drahtlängen verwendet, die 100 km übersteigen. Von dem durch die primäre unterbrochene Strömung erzielten Magnetfelde werden nämlich in jeder einzelnen Windung der sekundären Strombahn bestimmte elektromotorische Kräfte erregt, die, wenn auch in der einzelnen Windung gering, bei vielen Windungen natürlich einen

nach Hunderttausenden von Volt ansteigenden Wert annehmen müssen, da die elektromotorische Kraft der Windungszahl proportional wächst.

Nun ist allerdings bei einer so großen Länge dünnen Drahts auch der Widerstand sehr groß. Die sekundären Induktionsströme sind also von sehr hoher Spannung, aber geringer Stromstärke.

Beträgt z. B. die Anzahl der Windungen (Fig. 61) in der primären Spule 10, in der sekundären Spule 400, so wird, wenn der primäre Stromkreis 8 Amp. (J) bei 100 Volt Spannung (e) führte, dann der sekundäre Stromkreis etwa nur 0,2 Amp. (i) bei 4000 Volt Spannung (E) führen.

Denn die in das Induktorium mittels des primären Stroms eingeführte Menge an elektrischer Energie wird, abgesehen von geringen Verlusten (Streuung und Erwärmung), voll vom Sekundärkreis aufgenommen und in andere Form verwandelt. Der Effekt in beiden Stromkreisen bleibt etwa derselbe. Der Effekt läßt sich aber messen durch das Produkt aus Stromstärke und elektromotorischer Kraft, so daß man behält

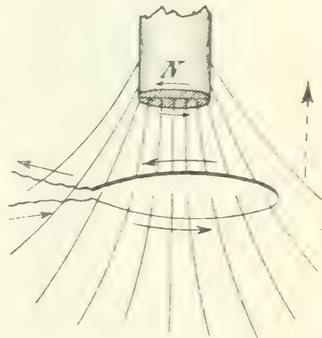


Fig. 64.

$$J \cdot e \cdot = i \cdot E,$$

wobei allerdings die rechte Seite (wegen der unvermeidbaren Verluste) einen ein klein wenig geringeren Wert besitzt.

Das Induktorium kann also sehr gut benutzt werden zum Verwandeln von Strömen auf sehr hohe Spannung. Diese Spannung läßt sich so hoch treiben, daß an der Funkenstrecke (F) elektrische Funken von Meterlänge auftreten. Auf diese Weise lassen sich also gewissermaßen im kleinen Blitze künstlich erzeugen.

Zum Verständnis der elektrischen Wirkungen bei den in der nächsten Vorlesung zu behandelnden elektrischen Maschinen ist es wichtig, noch das Verhalten einer einfachen stromdurchflossenen Drahtkreisschlinge in einem magnetischen Felde zu betrachten. Wir nehmen zunächst ein von einem Magnetpol (Fig. 64) (es ist nur das untere Ende eines längeren Magnetstabes als Nordpol angedeutet) gebildetes Feld.

Läßt man in dem Stromkreis einen Strom in angedeuteter Richtung fließen (⟷), so wird die Drahtschlinge angezogen werden nach dem Magnetpole hin (wie durch den gestrichelten Pfeil angedeutet).

Bewegt man hingegen (Fig. 65) die Drahtschlinge gegen den Magnetpol hin (↑), so wird in dem Leiterstück ein Induktionsstrom entstehen, dessen Richtung durch die gestrichelten Pfeile (⇄) angedeutet ist.

Es entsteht also durch die Annäherung der Drahtschlinge in dieser eine elektrische Strömung, die, wenn sie an sich vorhanden wäre, die Drahtschlinge von dem Magnetpole forttreiben möchte.

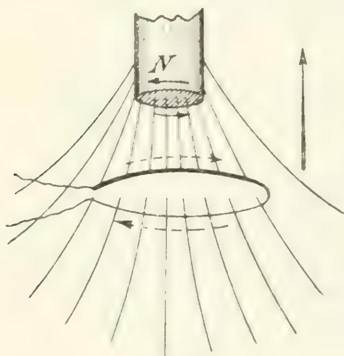


Fig. 65.

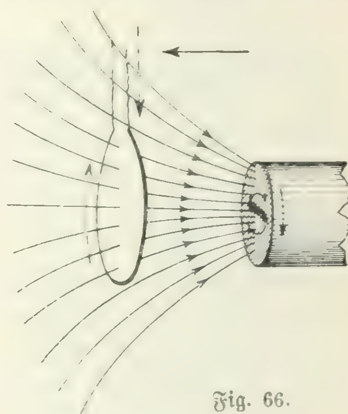


Fig. 66.

Man erkennt: die Wirkung der durch Induktion erzeugten Strömung ist eine solche, daß sie — selbständig betrachtet — eine Bewegungswirkung äußern möchte, die der (die Induktion veranlassenden) wirklich ausgeführten Bewegung (↑) gerade entgegengesetzt gerichtet ist, sie also zu hindern oder zu bremsen vermag.

Dieses allgemeine für Induktion gültige Gesetz, wird das Lenzsche Gesetz genannt; man sieht aber ein, daß es sich unterordnet unter das von mir oben (S. 24) aufgestellte ganz umfassende Naturgesetz, von dem es nur einen Spezialfall darstellt.

Bei einer jeden Bewegung einer Stromkreisbahn in einem magnetischen Felde (wenn sie nicht etwa in einem homogenen Felde parallel oder senkrecht zu den Kraftlinien erfolgt), wird (man erkennt es leicht beim Betrachten der Figuren) die An-

zahl der Kraftlinien, die durch die Stromkreisfläche hindurchgehen, geändert.

Um hieraus eine allgemeine Regel für die Bestimmung der Stromrichtung abzuleiten, kann man sich der Betrachtungsweise Maxwells anschließen, welcher folgende Regel aufstellte. Man blicke (Fig. 66) durch den Stromkreis in der Richtung der positiven (man denkt sich die Kraftlinien vom Nordpol ausgehend und im Südpol zum Magneten zurückkehrend) magnetischen Kraftlinien, dann wird im Stromkreis ein Strom im Uhrzeigersinne erzeugt, wenn die Anzahl der durch die Fläche des Stromkreises gehenden Kraftlinien kleiner wird. (Maxwells Regel).

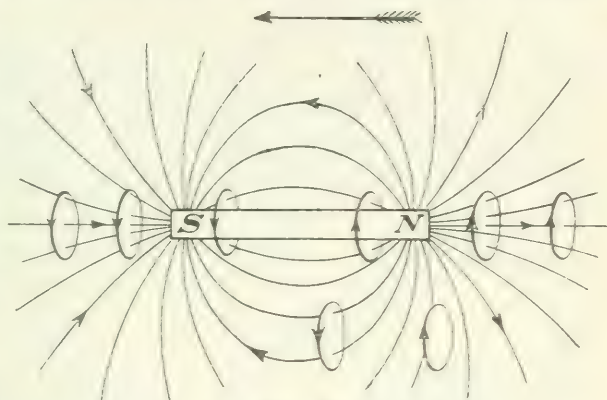


Fig. 67.

Läßt man endlich eine Drahtschlinge (Fig. 67) vollkommen über einen Stabmagneten (und also durch das von ihm gebildete Magnetfeld) hinweg gleiten, etwa von links nach rechts, so werden in der Strombahn Ströme induziert, der Reihe nach, wie es die kleinen Pfeile andeuten.

Als wichtig hervorgehoben zu werden verdient, daß die Induktionswirkung und demgemäß der im Stromkreis fließende Strom zunächst am stärksten ist, wenn die Drahtschlinge gerade an dem Nordpole vorbeischlüpft, daß sie dann abnimmt, in der Magnetmitte den Wert 0 erreicht, dort die Richtung ändert, beim Südpol wieder ein (entgegengesetztes) Maximum erreicht und dann wieder abnimmt.

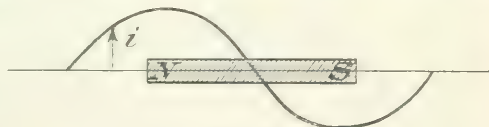


Fig. 68.

Das Bild, welches man schematisch von den Stromstärken gewinnen kann, läßt sich daher durch das beistehende Diagramm (Fig. 68) veranschaulichen, in welchem die Größen der Strom-

stärken als senkrechte (Ordinaten) der Reihe nach aufgetragen zu denken sind, während die Endpunkte dieser den Stromstärkewerten proportionalen Strecken durch eine Linie verbunden sind.

Die entstehende Kurve (Sinuskurve) veranschaulicht eine Periode eines Wechselstromes. In der Mitte, wo die Wirkung von einem Südpol gleich der eines Nordpols wird, tritt der Stromwechsel ein.

Würde man nach rechts hin noch mehr Magnetstäbe sich gelegt denken und auch über diese die Drahtschlinge gleiten lassen, so würde sich das Diagramm auch in Form einer fortlaufenden Sinuskurve fortsetzen, die so viele Perioden aufweist, wie Magnetstäbe vorhanden sind, und die doppelte Anzahl von Stromwechseln.

Vierte Vorlesung.

Beziehungen zwischen Elektrik und Dynamik. (Elektrodynamik; elektrische Maschinen.)

Wie kein anderes Gebiet der Technik ist die Elektrotechnik berufen, eine hervorragende Rolle zu spielen in allen den Fällen, wo es sich um Verwandlung der Energie, Überführung derselben von einer Form in eine andere handelt.

Eröffneten so die Entdeckungen Galvanis und die Arbeiten Voltas der Forschung das neue Gebiet der Wechselwirkung zwischen chemischen und elektrischen Aktionen, das erst in neuester Zeit, namentlich durch Nernst, befriedigende theoretische Erklärung gefunden hat, erschlossen die Arbeiten Seebecks und Peltiers das Gebiet der Wechselwirkung zwischen Wärme und Elektrizität, so war es doch erst die Entdeckung des Elektromagnetismus und der Induktion durch Oersted und Faraday, welche die Grundlage schufen für unsere moderne Elektrotechnik.

Zwar folgte jenen grundlegenden wissenschaftlichen Entdeckungen keineswegs eine Entwicklnng der Technik auf dem Fuße. Jahrzehnte vergingen, ehe in recht großem Maßstabe elektrische Ströme technisch erzeugt wurden.

Zunächst war es eigentlich nur die elektrische Telegraphie, die einen baldigen Ausbau, um die Mitte des vergangenen

Jahrhunderts, erfuhr. Sie bedarf, um ihre Tausende von Kilometern überbrückenden Wirkungen zu äußern, doch nur elektrischer Ströme von ganz geringer Stärke und Spannung.

Hier reichten die galvanischen Elemente als Elektrizitätsquellen aus. Die Elektrotechnik bedurfte stärkerer Elektrizitätsquellen, um die von ihr verlangten Arbeitseffekte, die heutzutage viele Millionen von Pferdekräften betragen, zu leisten.

Es bedurfte der Entwicklung des elektrischen Maschinenbaus. Und dieser vollzog sich, an die Arbeiten Grammes und Siemens' sich anschließend, erst im letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts, allerdings dann in so rapider Weise, daß noch im letzten Jahre dieses Jahrhunderts, auf der Pariser Weltausstellung 1900, eine elektrische Maschine in Betrieb stand, die allein 3000 Pferdekräfte in elektrische Energie umwandelte, ausgestellt von der deutschen Firma „Helios" in Köln.

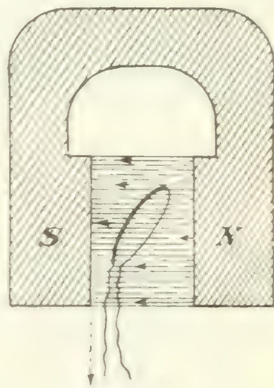


Fig. 69.

Alle elektrischen Maschinen sind so gebaut, daß Bewegungsenergie, also motorische Energie, in ihnen in elektrische Energie verwandelt wird, sie bedürfen also zu ihrem Antriebe eines Motors, der zumeist durch eine Dampfmaschine, neuerdings oft durch Gasmotoren, dargestellt wird. Lassen sich aber natürliche Wasserkräfte ausnutzen, und dies kann gerade mit bestem Erfolge zum Betriebe von elektrischen Maschinen geschehen, so sind die so gut wie keine Betriebskosten erfordernden Wasserturbinen die Antriebsmotoren. So erscheint die Elektrotechnik berufen, und sie ist eifrig schon bei der Lösung dieser Aufgabe, die natürlichen Wasserkraftquellen der Erde, die an vielen Stellen nutzlos ihre gewaltige Arbeit jahrtausendelang ausübten, nach und nach vollkommen in den Bann menschlicher Industrie zu ziehen.

Dabei sind die elektrischen Maschinen, wenn sie auch riesige Dimensionen angenommen haben, (namentlich im Vergleich zu Dampf- und anderen Maschinen) verhältnismäßig einfache Gebilde geblieben, und es wird ein allgemeines Verständnis der Wirksamkeit derselben nicht schwerfallen, wenn es an die Betrachtung der dritten Vorlesung angeschlossen wird.

Denkt man sich in dem durch einen starken Hufeisenmagneten erzeugten homogenen magnetischen Feld (Fig. 69) eine Drahtschlinge, die zunächst beliebig schief im Felde liegt, aufgerichtet, so wird in ihr ein Stromstoß entstehen. Eine solche Drahtschlinge kann man (Fig. 70) als das Element des Ankers einer elektrischen

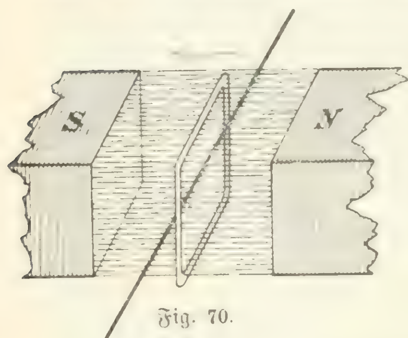


Fig. 70.

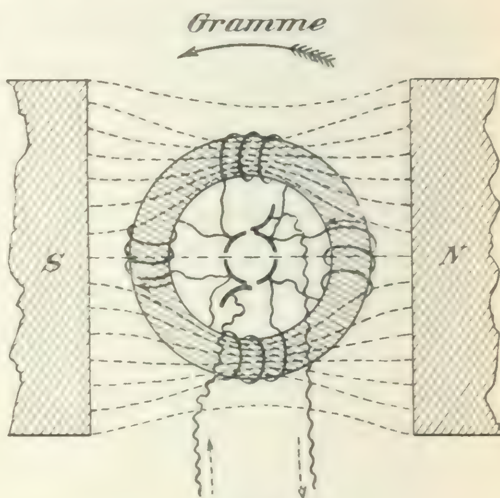


Fig. 71.

Maschine auffassen, wobei wir uns erinnern, daß „Anker" jedes Gebilde genannt wurde, auf das Induktionswirkungen ausgeübt werden.

Vereinigt man mehrere solche Ankerelemente zu einem wirklichen Anker, so kann dies zunächst dadurch geschehen, daß

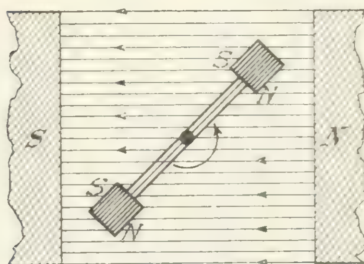


Fig. 72.

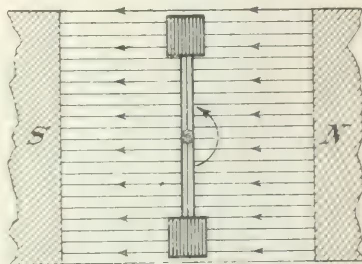


Fig. 73.

man (wie es ursprünglich Werner v. Siemens tat) mehrere Elemente parallel nebeneinander angeordnet auf ein Eisenstück aufwindet: Von der Form des Querschnittes des Eisenkerns trägt ein solcher Anker den Namen Doppel-*T*-Anker. Man kann aber auch das Element derart zusammenfügen, daß man

es vielfach in Sternform auf der Achse anordnet: es entsteht der Trommelanker, der von Hefner-Alteneck angegeben wurde.

Man kann aber auch, wie es Gramme (Fig. 71) zuerst angab, statt der über dem ganzen Anker hinweggehenden Windungen einen Eisenring ins Magnetfeld bringen und auf ihn Spulen aufwickeln, von denen immer zwei diametral gegenüberstehende dann zusammengehören und gewissermaßen eine an den Enden noch zwei kleinere Kreise umschließende flachgedrückte Kreisschleife darstellen. Betrachten wir nun eine einzelne Doppelspule (Fig. 72), die wir als Element einer Grammeschen Ring-Bewickelung auffassen können, und denken uns dieselbe um die Axe rotierend, so wird die Anzahl der durch die Spulenkreise gehenden Kraftlinien im allgemeinen fortwährend eine andere. Nur in dem Falle, wo die Spulen senkrecht zu den Kraftlinien stehen (Fig. 73), sie also sich für einen Moment parallel zu ihnen bewegen, ändert sich die Kraft-

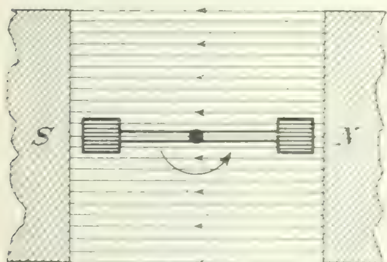


Fig. 74.

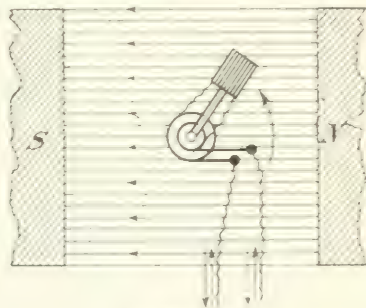


Fig. 75.

linienzahl nicht: in diesem Augenblick wird auch keine elektromotorische Kraft in ihnen erregt. Diese Stellung ist eine Neutralstellung: wir würden, wenn wir in diesem Moment ein Galvanometer anlegen könnten, die Stromstärke *O* ablesen. In der zu dieser rechtwinkligen Stellung (Fig. 74), ist (eine gleichmäßige Rotation vorausgesetzt) die auf die Zeiteinheit bezogene Änderung der bei der Rotation der Doppelspule geschnittenen Kraftlinienzahl am größten. Führt man nun von einer solchen dauernd gleichmäßig in einem Magnetfelde rotierenden Spule (Fig. 75) zwei Drähte zu zwei voneinander isolierten, mit auf der Axe rotierenden Metallringen, auf denen je eine Metallfeder schleift, so kann man die Ströme von dort nach außen leiten und nach

ihrer Richtung und Stärke messen. Man erhält das Bild des Wechselstroms (Fig. 77 *I*). (Die Abszissen bezeichnen Zeiten, die Ordinaten Stromstärken.)

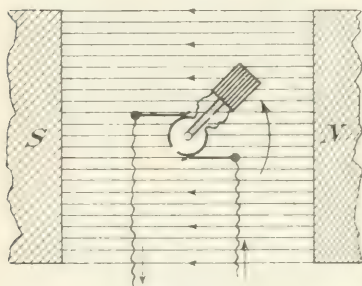


Fig. 76.

Führt man aber die von der Spule kommenden Drähte zu zwei nebeneinander liegenden Kreishalbringen (Fig. 76) und läßt die Stromabnehmer an diametral entgegengesetzten Stellen schleifen, so verkehrt sich die in Fig. 75 durch gestrichelte Pfeile gekennzeichnete Stromrichtung in dem Moment, wo die Spule gerade aufrecht steht, also an der Neutralstelle, in ihr Gegenteil, d. h. es kommen aus einer solchen Maschine nur Ströme ein und derselben Richtung heraus. Man nennt daher mit Recht die an der Achse angebrachte Einrichtung, durch deren Hilfe man Wechselstrom in Gleichstrom verwandeln kann, einen Kommutator. Veranschaulicht werden die Stromstärkenverhältnisse in diesem Falle durch das Diagramm *II* der Fig. 77: Läßt man aber nicht nur eine Spule rotieren, sondern etwa zwei Spulen, rechtwinklig zueinander angeordnet, so entsteht für die Veranschaulichung der Stromstärkenverhältnisse für die neu hinzukommende Spule ein analoges Bild, jedoch nicht zu derselben Zeit, sondern um $^1/_4$ Periode nachlaufend. (In Fig. 77 *III* gestrichelt gezeichnet.) Die Form der Kurve an sich ist aber ganz dieselbe.



Fig. 77.

Man sagt: die Perioden sind gleichartig, sie treten aber in verschiedener Erscheinungsform oder Phase auf.*) Beide

*) Die Differenz der Phasen beträgt, wenn man in Bezug auf einen Radius = 1 die ganze Periode mit 2π bezeichnet, in diesem

Strömungen gehen aber nach außen, sie summieren sich; und wenn man im Diagramm mit den durch die Ordinaten dargestellten Stromstärken dasselbe tut, so erhält man das Bild IV.

Die Stromstärke zeigt noch keinen ganz gleichbleibenden Wert. Nimmt man aber anstatt zwei Spulen deren etwa sechs, die sternförmig auf dem Anker verteilt werden, so geht das Diagrammbild in dasjenige des konstanten Gleichstroms über, welches dann eine fast ganz gerade Linie zeigt. (Bild V.)

Der Kommutator muß dann natürlich nicht nur zwei, sondern sechs Segmente besitzen, die alle voneinander isoliert sind.

Einen Grammeschen Ring mit vier Spulen und vier Segmenten am Kommutator zeigt Fig. 71. Die beiden Spulen oben und unten sind gerade in Neutralstellung, die beiden andern Spulen in der Stellung der maximalen Strominduktion. Von den Schleifbürsten wird der Strom nach außen geleitet: innerhalb des Ankers wechselt die Stromrichtung in den Spulen bei jeder Rotation zweimal. Im äußeren Stromkreis herrscht nur eine Stromrichtung: es fließt dort ein Gleichstrom; die Klemmenspannung, an den Bürsten gemessen, bleibt nahezu konstant.

Zugleich zeigt diese Figur die Konzentration der Kraftlinien innerhalb des Eisenkerns, der während des Rotierens fortgesetzt in seinen einzelnen Teilen ummagnetisiert wird.

Dies geschieht nicht ohne gewissen Energieverlust, der in einer Erwärmung des Ankereisens zum Ausdruck kommt, indem eben nicht alle magnetische Energie in elektrische Strömungsenergie verwandelt wird, sondern auch zum geringen Teil in Wärmeenergie.

Je besser das Eisen, d. h. je größer seine Permeabilität und je geringer sein Hysteresis ist, um so vollkommener wird das vorwaltende Auftreten von elektrischer Energie sein.

Bisher haben wir nur die Vorgänge im Anker einer elektrischen Maschine betrachtet und uns nicht darum gekümmert, welchen Kräften wohl das magnetische Feld, in dem sich der Anker bewegt, seine Entstehung verdankte.

Wir durften annehmen, daß es durch einen sehr starken permanenten Stahlmagneten gebildet war. Solche Maschinen

---

Falle: $\frac{\pi}{2}$ oder, wenn man die ganze Rotationsperiode als über 360° sich erstreckend bezeichnet: 90°.

hat man auch anfänglich gebaut; jetzt wird aber auch nicht eine davon mehr gebaut.

Wir hätten auch annehmen können, daß die Magnetschenkel mit einer Spulenwickelung versehen waren (Fig. 78), die von einer gar nicht direkt zur Maschine gehörigen Elektrizitätsquelle, etwa einer Batterie von Elementen, gespeist wird. Derartige Maschinen mit getrennter Erregung der Magnetschenkel gibt es noch heute viele, nur daß die Stromquelle meist in gewissem Zusammenhang mit der Maschine selbst steht. Es ist z. B. häufig eine besondere elektrische Maschine vorhanden, die mit

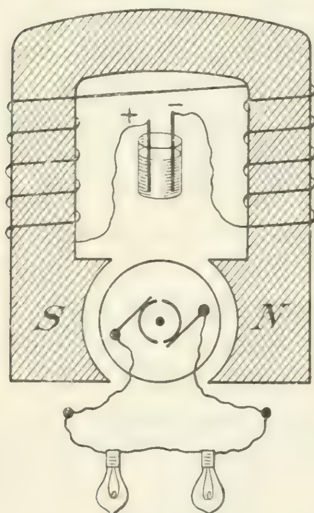


Fig. 78.

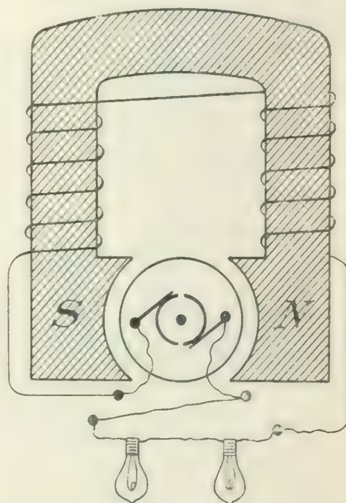


Fig. 79.

dem Anker auf derselben Welle sitzt und von demselben äußern Motor angetrieben wird: eine solche Nebenmaschine heißt dann: Erreger-Maschine.

Einen gewaltigen Fortschritt im Bau der elektrischen Maschinen aber bedeutete es, als Werner Siemens das Dynamoprinzip zur Anwendung brachte. Das knüpft an die Tatsache an, daß jede Sorte Eisen, auch die elektrisch allerbeste, doch Spuren von Magnetismus enthält. Dies angenommen, so wird eine Maschine mit Fremderregung (eben weil die Schenkel ganz schwache Magnete darstellen), auch wenn die Stromquelle unterbrochen wird, doch noch fortlaufend Ströme, allerdings von äußerst geringer Stärke, erzeugen.

Leitet man aber diese ganz schwachen Ströme in Drahtwindungen um die Magnetschenkel in passender Weise herum (Fig. 79), so wird natürlich der Magnetismus dieser Schenkel etwas, wenn auch ganz gering, verstärkt werden. Dies veranlaßt aber die Bildung eines stärkeren Feldes, dies wieder stärkere Ströme, dies wieder stärkere Magnetisierung. Und so könnte dies fortgehen bis ins Ungemessene, wenn nicht darin, daß schließlich die Sättigung der Magnetschenkel mit Magnetismus eine Grenze erreicht, wie stark auch die magnetisierenden Ströme werden, Halt geboten würde.

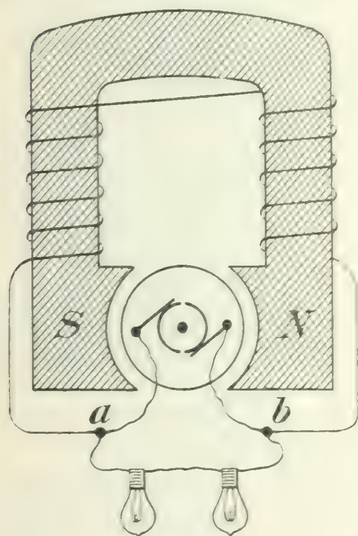


Fig. 80.

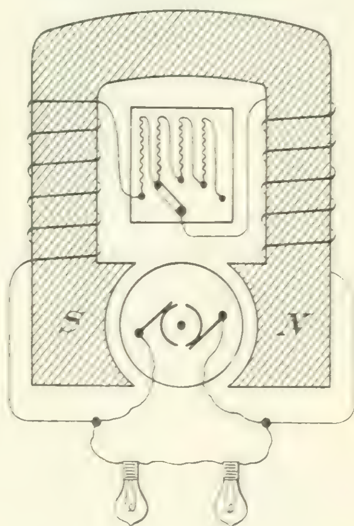


Fig. 81.

Eine solche elektrische Maschine, Dynamomaschine genannt, weil sie sozusagen aus eigener Kraft ihre Maximalwirkung erlangt, wird mit schwachen Strömen zu laufen beginnen, aber sie wird, einmal erregt, alles leisten, was von ihr verlangt werden kann.

Wird der Strom, der infolge der im Anker rege werdenden elektromotorischen Kräfte erzeugt wird, direkt erst um die Schenkel herumgeleitet und dann hinterher zum Verbrauchsnetz (durch zwei Glühlampen angedeutet) geführt, so nennt man die Maschine Hauptstrommaschine.

Wird dagegen, indem eine Stromverzweigung an den Stellen *a* und *b* (Fig. 80) herbeigeführt wird, ein Teil um

die Magnetschenkel geführt, der andere Teil zum äußeren Verbrauchsnetz, so heißt die Maschine Nebenschlußmaschine. Mit einer solchen Maschine kann man, auch ohne daß der äußere Stromkreis geschlossen ist, schon beim Anlaufen das Magnetisieren der Schenkel bewirken und dann beim Einschalten der Verbrauchsleitung sofort mit voller Energie arbeiten. Es ist bei Nebenschlußmaschinen auch noch ein vom Maschinenwärter regulierbarer Widerstand in den Nebenschluß eingebaut (Fig. 81). Dieser dient dazu, das gegenseitige Verhältnis der im Innern der Maschine verbleibenden und der für äußere Arbeit in das Verbrauchsnetz

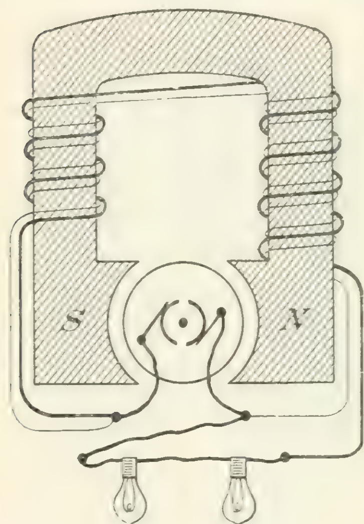


Fig. 82.

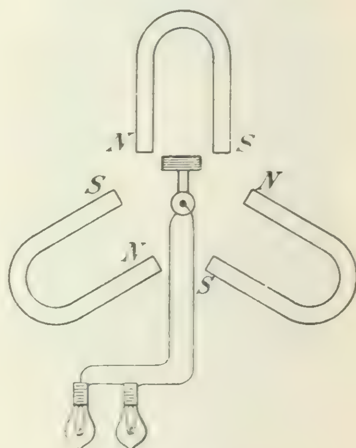


Fig. 83.

abgebbaren Stromanteile zu regulieren, wenn Änderungen in der äußeren Belastung (z. B. durch Anzündung oder Auslöschung von vielen Lampen) entstehen.

Endlich kann man sowohl den Hauptstrom (in wenigen Windungen) um die Schenkel führen, als auch außerdem einen Nebenstrom: dann erhält man die Compoundmaschine. (Fig. 82.)

Bisher wurde nur als magnetisches Feld, in dem sich der Anker bewegt, ein solches betrachtet, wie es sich zwischen zwei Magnetpolen ausbildet. Man kann aber auch den Anker sich bewegen lassen durch magnetische Felder, die mehreren, z. B. sechs Magnetpolen (Fig. 83) ihre Entstehung verdanken. Hier wird in jeder Spule, bei einer vollen Rotation ein sechmaliger Wechsel der Richtung des induzierten Stroms entstehen.

Es ist auch keineswegs notwendig, daß der Anker sich bewege. Es kann auch die umgekehrte Anordnung getroffen werden. Fig. 84 zeigt z. B. eine sechspolige Wechselstrommaschine mit feststehendem Anker. Das sechs Schenkel mit entsprechender Wickelung (allemal abwechselnd Nord- und Südpol nebeneinander) enthaltende Magnetsystem, dem der Erregerstrom von außen zugeführt wird vermittels zweier Schleifringe, rotiert im Innern; und der zur äußeren Arbeitsleistung abgebbare Nutzstrom wird von dem feststehenden Anker entnommen.

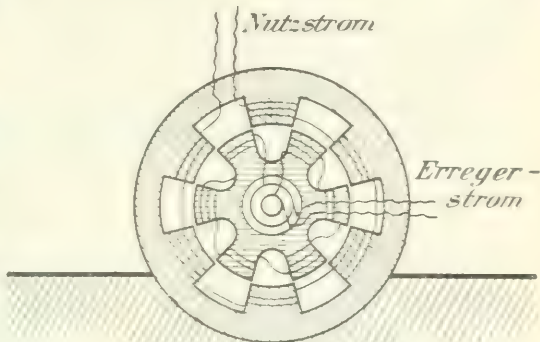
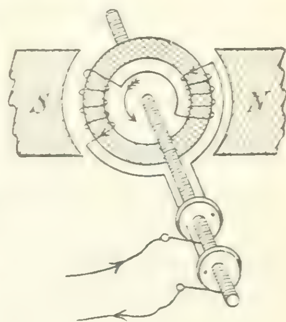


Fig. 84.

Wir haben bisher gesehen, daß man von jeder elektromagnetischen oder Dynamomaschine direkt zunächst Wechselstrom entnehmen kann, daß man aber durch den Kunstgriff der Einfügung eines Kommutators oder Kollektors für das äußere Verbrauchsnetz Gleichstrom gewinnen kann.

Es gibt aber noch andere Stromarten, die man in elektrischen Maschinen hervorbringen kann, und da von diesen eine, der Drehstrom, namentlich auf dem wichtigen Gebiete der elektrischen Energieübertragung hervorragende technische Bedeutung gewonnen hat, sind wir ihm unsere Aufmerksamkeit noch schuldig.



Einphasen Strom
Fig. 85.

Bewickelt man einen Grammeschen Ring an zwei diametralen Stellen mit je einer Spule, die hintereinander geschaltet werden, und leitet die freien Enden nach je einem auf derselben Achse angeordneten Schleifring, so strömt aus den Abnehmerbürsten an jenen Schleifringen gewöhnlicher Wechselstrom. (Fig. 85.)

Fügt man zu dieser Bewickelung noch eine weitere hinzu, die auf dem Eisenring symmetrisch zwischen die erste zu liegen

kommt (Fig. 86), und führt deren freie Enden zu einem dritten und vierten Schleifring, so erhält man einen mehrphasigen Wechselstrom: die erste Strömung bleibt erhalten, es entsteht aber noch eine zweite Strömuug, die jedoch gerade dort oder dann, wo oder wann der erste Strom sein Maximum hat, eine Nullstelle besitzt, ein Maximum aber dann, wann der erste Strom allemal gerade null wird.

Man sieht: die zweite Strömung ist gegen die erste um $^1/_4$ Periode (so daß sie nachläuft) verschoben.

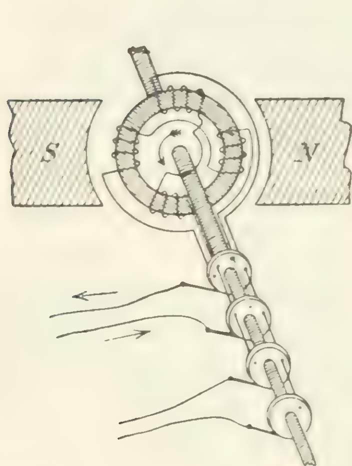


Fig. 86.

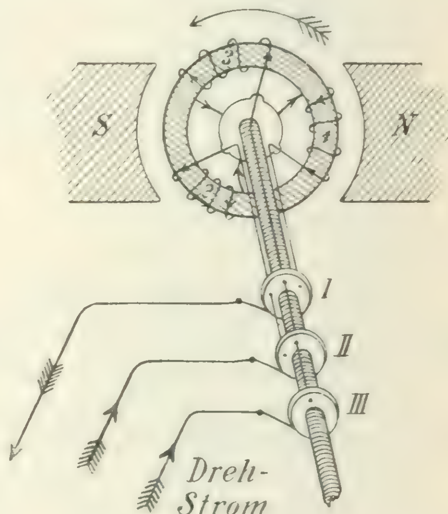


Fig. 87.

Wickelt man nun aber drei Spulen 1, 2, 3, auf den Grammeschen Ring, verbindet ihre vorderen Enden alle miteinander und führt die freien (hinteren) Enden je zu einem Schleifring (*I II III* Fig. 87), so erhält man in jeder Spule der Reihe nach bei einer vollen Umdrehung zwei Nullstellen und je ein positives und negatives Maximum. Da aber z. B. die Spule 2 an die Stelle, die die Spule 1 momentan einnimmt, erst gelangt, wenn die Rotation des Ankers 120^0 oder $\frac{\pi}{3}$ fortgeschritten ist, so wird, wenn auch die Kurvenform des Stromstärkediagramms (Fig. 88) für jede Spule dieselbe bleibt, doch die Phase der Spule 2 um 120^0 gegen die Phase der ersten Spule verschoben erscheinen (Fig. 88, *II*).

Betrachtet man ferner die Spule 3, so findet man, daß sie erst nachdem zwei Dritteile einer vollen Drehung des Ankers verflossen sind, an die Stelle, welche die Spule 1 jetzt einnimmt, gelangt: die Phase der Spule 3 erscheint also um $\frac{2\pi}{3}$ oder 240^0 gegen die Phase der ersten Spule verschoben.

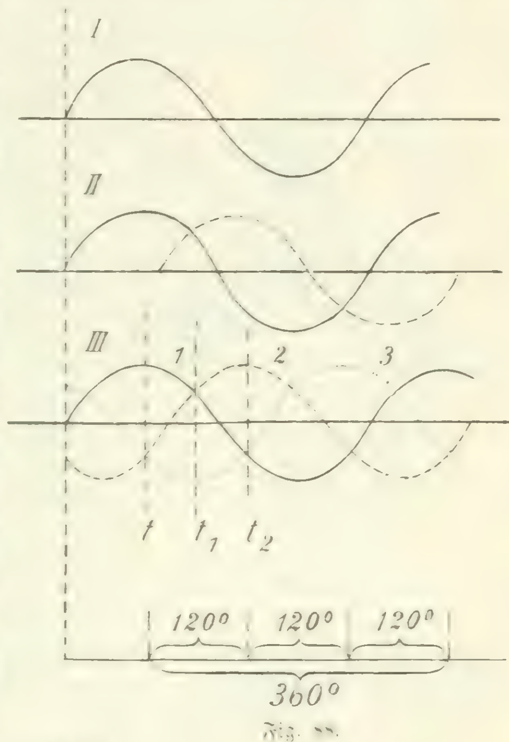


Fig. 88.

Man erhält so das Diagramm, wie es in *III* der Fig. 88 dargestellt ist. Der Moment, für den die Skizze Fig. 87 entworfen ist, ist in dem Diagramm im Momente t angedeutet.

Nach Verlauf von $^1/_6$ Drehung oder $^1/_6$ Periode (man hat dann im Diagramm die Stelle t_1 ins Auge zu fassen) ist die Spule 3 gerade vor die Mitte des Südpols gerückt: Spule 3 liefert also ihren (neg.) Maximalstrom, Spulen 1 und 2 gleichgroße Ströme von positiver Richtung. (Fig. 89.)

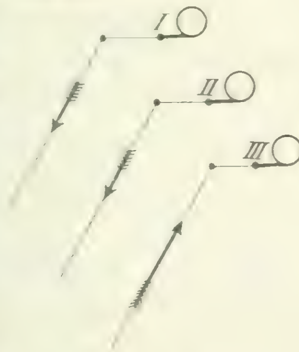


Fig. 89.

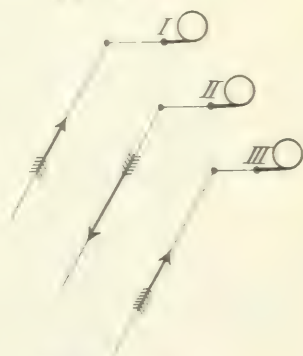


Fig. 90.

Nach Verlauf einer weiteren $^1/_6$ Periode (man hat dann im Diagramm die Stelle t_2 ins Auge zu fassen) ist die Spule 2 gerade in die Mitte vor den Nordpol gerückt: Spule 2 liefert ihren (pos.) Maximalstrom, Spulen 3 und 1 aber gleichgroße Ströme von negativer Richtung. (Fig. 90).

Eine solche Strömungsart bezeichnet man als Dreiphasen- oder Drehstrom.

Fig. 91 zeigt das Schema einer magnetelektrischen Drehstrommaschine mit feststehendem Anker: in der Mitte ist ein Stahlmagnet um eine durch seine Mitte gehende Achse drehbar angeordnet.

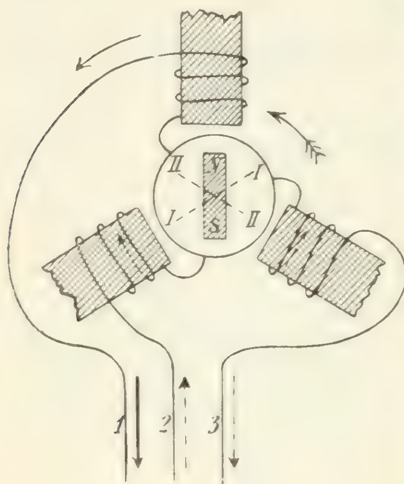
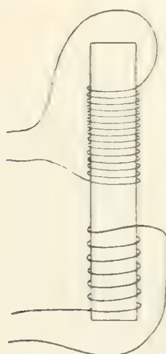


Fig. 91.

Dreht man nun tatsächlich den Magneten von der angegebenen (vertikalen) Stellung über die Lage *I* und die Lage *II* hinweg wieder in die angegebene Stellung, so hat, da sich mit dem Magneten das ihn umgebende Magnetfeld mitdreht, für jede der drei Spulen eine solche Rotation zwei (entgegengesetzte) Maxima und zwei Nullstellen in der Strominduzierung hervorgebracht, zeitlich um je $^1/_3$ einer ganzen Periode verschoben.

Wir haben also genau wieder das in Fig. 88 *III* aufgeführte Diagramm als Bild der Stromerregung in den Spulen durch das gedrehte Magnetfeld.


Fig. 93.

Diese Art der Erregung von Dreiphasenstrom hat letzterem, als durch ein Drehfeld erzeugt, den Namen „Drehstrom" eingebracht.

Man sieht leicht ein, daß umgekehrt Ströme, wie solche durch Rotation des Magnetfeldes entstehen, in demselben Rhythmus von außen her in die Spulen gesendet, eine Rotation eines im Innern beweglichen Magnetfeldes bewirken: ich sage ausdrücklich: Magnetf e l d e s; denn dieses Feld braucht nicht durch einen Magneten, sondern kann auch durch stromdurchflossene Spulen gebildet werden.

Eine elektrische Maschine aber, welche durch in sie hineingesendete Ströme Bewegung (nämlich Rotation einer Welle) hervorruft, wird Elektromotor genannt. Sie stellt dann einfach die Umkehrung eines elektrischen Generators dar.

Eine Drehstrommaschine kann also ohne weiteres als Generator (zur Erzeugung von elektrischen [Dreiphasen-] Strömen)

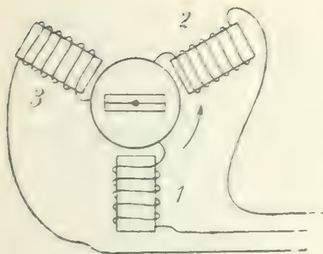


Fig. 92a.

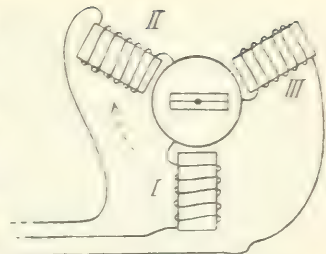


Fig. 92b.

wie auch als Motor (zur Erzeugung von [rotierender] Bewegung) benutzt werden. Es sind hierbei, wenn das Magnetfeld des Motors durch in sich geschlossene Spulenreihen (Kurzschlußanker) gebildet wird, nicht einmal Schleifringe zur Zuführung oder Abführung von Stromteilen erforderlich.

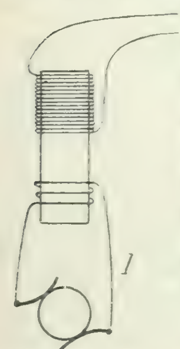
Verbindet man nun einen Drehstromgenerator und einen Motor (Fig. 92) derart, daß von den drei Spulen 1, 2, 3, in welchen durch Drehung eines Magnetfeldes Ströme mit je 120⁰ Phasenverschiebung erzeugt werden, je ein Draht zu den drei Spulen *I II III* des Motors führt, so wird in diesem der Anker synchron rotieren.

Es ist dies die einfachste und vorteilhafteste Art der elektrischen Energieübertragung auf größere Entfernung hin. Man kann auch mit Gleichstrommaschinen Energieübertragung ausführen, aber bei weitem nicht so günstig wie mit Wechselströmen.

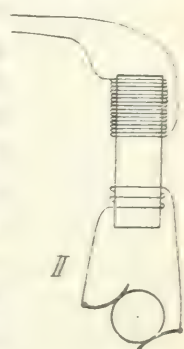
Dies ist folgendermaßen begründet.

Wenn die Entfernung der Station, wo die elektrische Energie generiert wird (z. B. bei einem Wasserfall) von der Station, wo die elektrische Energie verbraucht, also in motorische Energie zurückverwandelt wird oder etwa Beleuchtungszwecken dienen soll, recht groß ist, müssen auch die Drahtleitungen sehr lang ausfallen. Damit ihre Kosten nicht zu hoch werden, wird man möglichst dünne Drähte zu verwenden bestrebt sein. Die Verwendung von dünnen Drähten verlangt aber, daß die Stromstärken, die man durch die Drähte schickt, möglichst gering seien.

Nun hatten wir gesehen, daß ein elektrischer Effekt (und um Übertragung von Arbeitseffekten handelt



Generator
Fig. 94a.



Motor
Fig. 94b.

es sich ja) von zwei Faktoren abhängig ist, da er sich darstellt als Produkt aus Spannung und Stromstärke ($Q = E.J$).

Wenn nun die Stromstärke (J) recht niedrig bleiben soll, so wird die Spannung (E), die man bei elektrischen Übertragungen günstig verwendet, recht hoch ausfallen (da Q konstant bleiben muß).

Beim Bau der Maschine selbst läßt sich nun die Spannung nicht ungemessen steigern, da die Isolation schon bei Spannungen von einigen tausend Volt enorme Schwierigkeiten bereitet. Nun lassen sich aber Wechselströme ungemein leicht von Strömen niedriger Spannung in Ströme hoher Spannung transformieren (Fig. 93) und umgekehrt, indem man über demselben Eisenkern eine Spule mit wenig und eine andere mit viel Windungen anbringt.

So kann man an der Generatorstation (*I* Fig. 94) den erzeugten Strom, der z. B. 200 Volt Klemmenspannung besitzen mag, einem Transformator zuführen, bei dem die Drahtlängen in einem Verhältnis von 1 : 50 stehen mögen. Die sekundäre Wickelung des Transformators wird dann Ströme mit 10000 Volt Spannung liefern, die in dem gleichartigen Transformator der Verbrauchsstation (*II*) wieder auf eine Spannung von 200 Volt heruntergebracht werden.

Will man z. B. einen Effekt von 100 Kilowatt übertragen, so müßte der Generator Ströme von 500 Amper Stärke erzeugen können. Die Kupferdrähte, die von 500 Amper starken Strömen durchflossen werden sollen, müssen aber mindestens einen Querschnitt von 150 qmm besitzen. Durch die Transformation wird erreicht, daß bei 10000 Volt zur Übertragung von 100 Kilowatt nur Stromstärken von höchstens 10 Amper in der Fernleitung fließen, und diese brauchen nur Drähte von 6 qmm Querschnitt, d. i. nur der 25. Teil von dem ohne Transformation notwendig werdenden Querschnitte. Also auch die Kosten der Fernleitung werden bei Anwendung der Transformation nur den 25. Teil betragen. Ebenfalls werden bei Verwendung von hochgespannten Strömen, wie sich leicht ausrechnen läßt, die Spannungsverluste, wenn sie auch (wegen des wachsenden Widerstandes der Drähte) absolut größer werden, doch relativ, bezogen auf die Maximalspannung, geringer. Hierin liegt der Vorteil der Wechselströme für die elektrische Energieübertragung.

Will man aber aus bestimmten Gründen im Anschluß an eine Wechselstromzentrale (wie dies für chemische Arbeit, z. B. das Laden von Akkumulatoren erfordert wird) Gleichstrom haben, so wird man (Fig. 95) einen Wechselstrommotor (W), der seine Energie aus der Zentrale bezieht, direkt mit einem Gleichstrom-Generator kuppeln, aus dem man dann den Gleichstrom mit beliebiger Spannung beziehen kann. Ein solches Maschinen-Aggregat wird (rotierender) Umformer genannt.

Es ist dabei nicht nötig, daß beide Maschinen getrennt auf derselben Welle sitzen; es können vielmehr auch ihre Anker (jedoch natürlich zwei getrennte, gegen einander isolierte Stromkreise bildend) ineinander gewickelt sein.

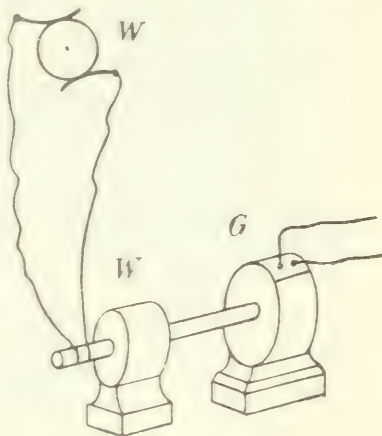


Fig. 95.

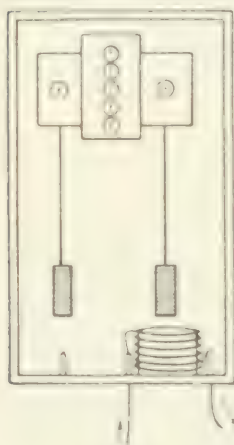
Für eine Art von elektrischem Motorbetrieb ist jedoch die Gleichstrombenutzung fast allgemein eingeführt: für den Trambahnbetrieb. Hier wird von der in der Bahnzentrale aufgestellten Gleichstrommaschine, die z. B. mit 500 Volt Klemmenspannung arbeiten mag, der eine Pol mit den Schienen und also auch der Erde (Spannung *O*) verbunden, der andere aber (+ 500 Volt) mit dem über der ganzen Bahnlänge ausgespannten Fahrdraht, der freilich, um den Betrieb nicht zu beeinträchtigen, so stark gewählt werden muß oder mit einer ausreichenden Anzahl von Speisestellen, an denen ihm Strom durch besondere Kabel zugeführt wird, versehen werden muß, daß auch auf dem entferntesten Punkte der Bahnlinie der Spannungsabfall nicht mehr als etwa 10%, also 50 Volt, beträgt.

Während für den Betrieb von Straßenbahnen und für die jetzt in ausgedehntem Maße in allen größeren Fabriken vorhandenen elektrischen Anlagen zumeist im eigenen Besitz der elektrischen Unternehmungen befindliche elektrische Zentralen oder Generator-Stationen bestehen, sind an Tausenden von Orten, oft im Besitze der Gemeindeverwaltungen, selbst Zentralen vorhanden, die die Abgabe von elektrischer Energie als Geschäft betreiben.

Wie jede Leistung im Geschäftsleben einer geregelten Bezahlung wert erscheint, so haben natürlich auch die Konsumenten, die zumeist die elektrische Energie zum Betriebe von Motoren, also zur Erzeugung von mechanischen Arbeiten oder zu Beleuchtungszwecken, also in Form von optischer Energie verwenden, an die Elektrizitätswerke entsprechende Zahlung zu leisten.

Was bezahlt werden muß, ist also die zugeführte elektrische Energie, und diese wird nach Wattstunden gemessen.

Wird die Spannung im Netz allerdings ganz konstant gehalten, z. B. auf 220 Volt, so genügt es, die Amperstunden durch das Meßinstrument (Elektrizitätszähler) feststellen zu lassen und die Angaben mit 220 zu multiplizieren; bzw. das Zählwerk kann so geeicht sein, daß diese Multiplikation mechanisch ausgeführt wird.


Fig. 96

Ein solches Instrument ist z. B. der Aronsche Uhrzähler (Fig. 96). Er enthält zwei Uhrwerke, die ganz gleichen Gang haben. Das Pendel des einen Uhrwerkes trägt aber einen Magneten und unter diesem steht eine von dem zu bestimmenden Strom durchflossene Spule. Entsprechend der herrschenden Stromstärke wird der Gang dieser Uhr verzögert, wenn Strom durch die Spule geht. Die Differenz beider Uhrwerke, welche durch ein Differentialzählwerk registriert wird, läßt die Amperstunden erkennen, die durch den Apparat passiert sind.

Dieses Instrument läßt sich auch leicht als Wattstundenzähler ausbilden. Wenn man nämlich anstelle des Magneten eine Spule an dem Pendel anbringt, deren Enden man an die Leitung wie bei einem Voltmeter anschließt, nämlich an die beiden Zuführungsschienen, so wird der in dieser Spule fließende Strom (da sein Widerstand konstant bleibt) proportional der zwischen jenen beiden Schienen herrschenden Spannungsdifferenz sein.

Die gegenseitige Einwirkung der beiden Spulen ist daher proportional dieser Spannungsdifferenz und natürlich, wie vorhin, auch proportional der in der festen Spule fließenden Stromstärke, d. h. also: proportional dem Produkte aus beiden oder der vom Strome gelieferten Wattzahl.

Als Wattstundenzähler kann auch ein Motor dienen, der eine dem Wattverbrauch proportionale Umdrehung besitzt.

Im Thomson-Zähler (Fig. 97) wird eine solche Arbeit verrichtet, indem an der Achse eines ganz kleinen Motors eine Kupferscheibe angebracht ist, die sich in dem von drei Magneten gebildeten Felde bewegt.

Bewegt sich aber eine Metallscheibe in einem Magnetfelde, so wird sie warm; dies rührt daher, daß in ihrem Innern bei der Bewegung in einem Magnetfelde regellose, sog. Wirbelströmungen entstehen, deren elektrische Energie nicht (wie wenn besondere Strombahnen in Form von Drahtschleifen usw. vorhanden sind) zum Ausdruck kommen kann, sich vielmehr in Wärme umwandelt. Diese Wärmeerregung ist aber einer aufzuwendenden Arbeit proportional.

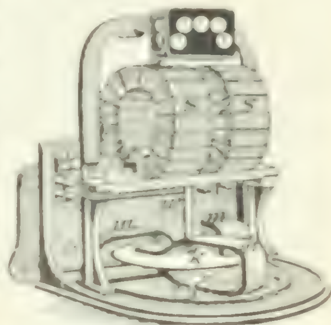


Fig. 97.

Solche Motorzähler, deren Registrierwerk direkt Kilowattstunden oder Hektowattstunden anzeigt, sind für die Zählung der von Elektrizitätszentralen an die einzelnen Konsumenten abgegebenen elektrischen Energiemengen am meisten in Gebrauch.

Bei der gewaltigen Entwicklung, die in einer auch für jeden Laien augenfälligen Weise die Elektrotechnik heutzutage genommen hat, erscheint es kaum glaublich, daß selbst das Wort „Elektrotechnik" noch nicht einmal ein Menschenalter alt ist. Und doch ist es so.

Erst im Jahre 1879 und zwar bei Gelegenheit der Gründung des „Elektrotechnischen Vereins" in Berlin durch Werner Siemens und den Generalpostmeister Stephan wurde das Wort „Elektrotechnik" zum ersten Male gehört.

Man hatte in dem Jahrzehnt vorher in ausgedehntem Maße begonnen, starke elektrische Ströme zu Zwecken der Bewegung und Beleuchtung heranzuziehen, und man stritt sich, wie man das damals schon weit sich erschließende Gebiet für die angewandte Elektrizitätslehre benennen sollte. Kein

Geringerer als der Mitgründer des Vereins, Werner Siemens, war es, der das Wort Elektrotechnik prägte und zum Gebrauch für die Bezeichnung des durch die modernen Errungenschaften erweiterten Gebiets der angewandten Elektrizitätslehre vorschlug.

Vorher hatte man wesentlich nur mit schwachen Strömen gearbeitet: die Erscheinungen der Elektrolyse und des Elektromagnetismus hatten schon zu technischen Anwendungen Veranlassung gegeben: zur Galvanoplastik und elektrischen Telegraphie. Im Gegensatz zu der heute vornehmlich die Elektrotechnik beherrschenden Starkstromtechnik bezeichnet man nun jene frühesten technischen Anwendungen als Schwachstromtechnik. Und es kann als charakteristisch bezeichnet werden, daß bei der Gründung des „Elektrotechnischen Vereins" in Berlin die hervorragendsten Vertreter beider Richtungen, Siemens und Stephan, sich die Hand reichten. Und heute noch hat die Schwachstromtechnik als die ebenbürtige älteste Schwester in der Elektrotechnik zu gelten.

Geboren wurde sie auch auf deutschem Gebiete. Schon 1809 gelang es Sömmering in München, auf elektrotechnischem Wege eine Übermittelung von Buchstabenschrift über eine 10000 Fuß lange Leitung auszuführen. Jedoch erst das Jahr 1833 kann man als das Geburtsjahr und Göttingen als die Wiege des Telegraphen im heutigen Sinne, des elektromagnetischen, bezeichnen. Es waren die beiden Professoren Gauß und Weber (Vertreter der Astronomie und der Physik an der Göttinger Universität), welche eine regelrechte telegraphische Verbindung zwischen ihren Arbeitsstätten einrichteten.

Auch das Telephon ist eine ursprünglich deutsche Erfindung. Im Jahre 1861 schon führte der Lehrer Philipp Reis in der physikalischen Gesellschaft in Frankfurt a. M. eine Apparatenzusammenstellung vor, mittels deren er Töne auf mehrere Hundert Fuß übertragen konnte. Freilich fand Reis' Erfindung nicht Verbreitung, und Reis starb eher (1874), als das Telephon in der einfachen Form, die der Amerikaner Bell ihm 1877 gab, seinen schnellen Siegeszug durch die zivilisierte Welt machte. Je weniger Reis bei seinen Lebzeiten Nutzen ziehen konnte aus seiner Erfindung, um so eher wird jeder Deutsche, der durch täglichen Gebrauch des Telephons zu seiner Bequemlichkeit und namentlich für seine Geschäfte Nutzen zieht, gerne sein Scherflein beisteuern zu einem Denkmal, das ihm in

Frankfurt a. M. zu Ehren der Anerkennung seiner Verdienste errichtet werden soll, wie bereits auch in Göttingen für Gauß und Weber ein ehernes Doppelstandbild aufgestellt wurde.

Auch die modernste Form der Telegraphie, die sog. „drahtlose" oder Strahlentelegraphie*) beruht in ihrem Wesen auf Entdeckungen, die von dem deutschen Forscher Hertz 1890 gemacht wurden. Freilich hat auch Hertz die Tragweite seiner Erfindung keineswegs überschaut; es ist wesentlich das Verdienst Marconis, mit Unterstützung des englischen Postoffice die geschäftliche Verwertung der Strahlentelegraphie in die Wege geleitet zu haben.

Mit besonderem Stolze darf es uns dabei erfüllen, daß in hervorragendem Maße deutsche Gelehrte und deutsche Technik an der Entwicklung und Ausbildung des elektrischen Nachrichtenvermittelungswesens beteiligt sind, eine Entwicklung, die zwar in hohem Maße schon dem privaten und namentlich geschäftlichen Verkehr ihren Stempel aufgedrückt hat, die aber keineswegs als abgeschlossen betrachtet werden darf.

Das Wesen der der elektrischen Nachrichtenübermittelung dienenden Apparate und Methoden und ihre Entwicklung zu beschreiben, soll aber hier nicht unternommen werden, einesteils da diese Blätter wesentlich eine Einführung in das Verständnis der elektrischen Erscheinungen auf dem Gebiete der Starkstromtechnik bieten sollen, andererseits da ein weiteres Bändchen der Sammlung: „Aus Natur und Geisteswelt" besonders der elektrischen Schwachstromtechnik gewidmet wird.**)

---

*) Der letztere zuerst von dem Verfasser eingeführte Name (Marinerundschau 1898 Heft 5) hat unterdessen auf dem letzten diesbezüglichen Berliner Kongreß 1906 unter der Bezeichnung: „Radiotelegraphie" internationale Geltung erlangt.

**) Überdies mag hier auf folgende in demselben Verlage erschienene Schriften verwiesen sein: Richarz, Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Elektrotechnik; 9. Bändchen dieser Sammlung Aus Natur und Geisteswelt. — Starke: Experimentelle Elektrizitätslehre mit Berücksichtigung der neueren Anschauungen und Ergebnisse. — Blochmann: Die drahtlose Telegraphie in ihrer Verwendung für nautische Zwecke. — Ferner Blochmann: Die Entwicklung der asymptotischen Telegraphie („Telegraphie ohne Draht"); E. Mittler und Sohn.

Fünfte Vorlesung:

Beziehungen zwischen Elektrik und Thermik. (Elektrische Beleuchtung.)

Dasjenige Gebiet, auf welchem die Elektrotechnik nicht für die Industrie allein, sondern für das tägliche Leben im Hause die größte Bedeutung gewonnen hat, ist das Gebiet der elektrischen Beleuchtung.

Um feste Körper zu Aussendung von Lichtstrahlen zu veranlassen, muß man sie so stark erwärmen, daß sie ins Glühen kommen.

Bei Betrachtung der elektrischen Beleuchtung müssen wir daher auf die zwischen Wärme und Elektrizität bestehenden Wechselbeziehungen zurückgreifen. Wir hatten in der ersten Vorlesung gesehen, wie man durch Aufwand von Wärme elektrische Ströme erzeugen kann. Wir haben ferner das Joulesche Grundgesetz kennen gelernt, nach dem sich die Entwicklung der Wärme in den von elektrischen Strömen durchflossenen Körpern regelt.

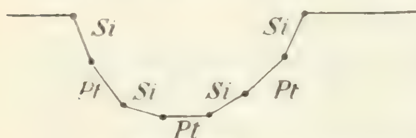


Fig. 98.

Wird diese elektrische Erwärmung von elektrischen Strombahnen sehr weit getrieben, so kommen sie zum Glühen, und dann wird ein Teil der in Wärme umgewandelten elektrischen Energie weiterhin in Lichtenergie übergeführt, allerdings — und dies im allergünstigsten Falle — nur zu einem wenige Prozente der Gesamtwärmeenergie ausmachenden Betrage.

Schickt man durch eine Reihe von Silber- und Platin-Drahtstücken, deren Dimensionen ganz gleich sind, einen elektrischen Strom (Fig. 98), und läßt dessen Stärke nach und nach anwachsen, so sieht man bald die Platindrahtstücke erglühen, während die Silberstücke noch dunkel bleiben.

Man erinnere sich, daß die Leitfähigkeiten für elektrische Durchströmung betragen:

für Silber	59
für Platin	6,5
(Quecksilber	1,0).

Da nun die Abmessungen der Drahtstücke ganz gleich sind, so stehen deren Widerstände im umgekehrten Verhältnis der Leitfähigkeiten, also 1 : 9. Jedes Platinstück hat einen neunmal so großen Widerstand wie das gleiche Silberstück.

Nun ist nach dem Jouleschen Gesetz die Erwärmung

$$Q = J^2 W.$$

J ist gleich, weil derselbe Strom durch Platin und Silber fließt, darum muß die Erwärmung der Platinstücke neunmal so groß sein, wie die der Silberstücke.

Das Platin würde sich hiernach als ein zur Lichtemission durch elektrische Ströme gut geeigneter Körper erweisen.

Auch sonst besitzt das Platin vorzügliche Beständigkeitseigenschaften: es wird als Edelmetall von der Atmosphäre und durch die meisten chemischen Einwirkungen nicht angegriffen, es läßt sich zu feinsten Drähten ausziehen, ist nicht spröde und läßt sich in das Glas einschmelzen, ohne dasselbe bei Temperaturveränderungen zu sprengen. Diese vorzüglichen Eigenschaften legten es nahe, dieses Metall heranzuziehen zur Konstruktion von elektrischen Lampen, in welchen man Platindrähte durch Hindurchleiten elektrischer Ströme zum Erglühen und demgemäß zur Lichtausstrahlung brachte.

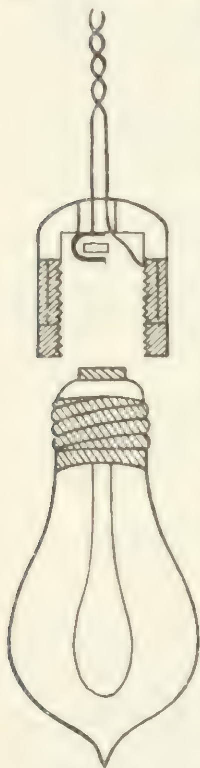
In der Tat trugen die ersten elektrischen Glühlampen einen Metalldraht aus Platin.

Man kommt übrigens heutzutage wiederum auf die Verwendung von Metallfäden zurück bei der Fabrikation von Glühlampen: und zwar unter Verwendung seltener Elemente wie des Osmium, des Tantal und des Wolfram. Der Massenfabrikation von Platinglühlampen stand jedoch von vornherein der hohe Preis und die geringe Jahresweltproduktion des Platins entgegen.

Man mußte nach einem anderen geeigneten Material zur Herstellung der für elektrische Lampen geeigneten Glühfäden suchen und fand sie in der — Kohle, oder besser gesagt, dem Kohlenstoff.

In der Tabelle der Leitfähigkeiten (Seite 27) nimmt der Kohlenstoff die niedrigste Stelle ein. Dies ermöglicht, daß man, selbst für hohe Spannungen, ziemlich kurze Stücke Kohlendraht nur zu verwenden braucht. Aber es galt zunächst einen derartigen Draht aus Kohle herzustellen.

Edison löste diese Aufgabe, indem er feine Bambusstreifen, die sich wie Fäden biegen lassen, verkohlte, nachdem sie in eine für die Verwendung in der Lampe passende Form gebracht waren. Nun aber würde ein Kohlefaden, glühend gemacht, in freier Luft bald verbrennen, indem der Sauerstoff der Luft die Kohle zu Kohlensäure verbrennt. Deshalb schloß Edison den Kohlefaden in ein dichtschließendes Glasgefäß (in Birnenform) ein, welches vor dem ersten Gebrauche luftleer ausgepumpt wurde. Dadurch wird es erreicht, daß eine solche Glühlampe bis zu tausend Stunden Brenndauer aufweist, ehe der Kohlefaden defekt wird.


Fig. 99.

Zur Stromzuführung konstruierte er die sogen. Edisonfassung, welche gleichermaßen der mechanischen Festhaltung der Lampe an den Beleuchtungskörpern in einfachster Weise diente (Fig. 99).

Die Kohlefäden sind unter Einschaltung von ganz kurzen Stücken Platindraht (welcher mit dem Glase denselben Ausdehnungswert besitzt und deshalb das Glas auch bei Erhitzung des Drahts nicht sprengt) mit den beiden äußeren Metallstücken in Verbindung gebracht, von denen eins in der Mitte liegt, während das andere, ein Schraubengewinde tragend, ringförmig um den Stiel der Birne gelegt ist.

Wird dies Gewinde in die Mutter, die an dem Lampenhalter sitzt, voll eingeschraubt, so kommt das Mittelstück in federnden Kontakt mit dem einen Stromzuführungsdraht, während der andere Draht der Leitung fest mit dem Muttergewinde in Verbindung steht.

So kommt es, daß man eine Glühlampe mit Edison-Fassung auch (anstatt den Stromausschalter zu betätigen) dadurch zum Erlöschen bringen kann, daß man sie etwas (doch so, daß sie mechanisch noch festgehalten wird) in ihrer Fassung nach außen dreht.

Die Herstellung des Kohlefadens geschieht heutzutage auf künstlichem Wege unter Benutzung von Zellulose, die man (ähnlich wie bei der Herstellung von künstlicher Seide) nitriert (Schießbaumwolle) und dann in geeignetem Lösungsmittel löst

(Collodium) und endlich karbonisiert, wodurch ein Faden aus fast reinem Kohlenstoff gebildet wird, der aber eine hinreichend feste Struktur besitzt. Viele Millionen von Glühlampen, die so beschaffen sind, stehen heutzutage in Verwendung.

Keine Beleuchtungsart kann sich auch mit der Glühlichtbeleuchtung für Erhellung unserer Wohnungen messen. Der Lichteffekt, den man mit einer solchen Lampe erzielen kann, setzt natürlich voraus, daß ein bestimmter elektrischer Effekt verzehrt wird. Es sind dies für eine gewöhnliche Glühlampe, die eine Leuchtkraft von 16 Lichteinheiten*) besitzt, rund 50 Watt.

Hat man also ein elektrisches Verteilungsnetz, bei dem die Klemmenspannung 200 Volt beträgt, so wird die eine jede solche Lampe durchfließende Stromstärke $1/4$ Amper betragen. Der innere Widerstand der Lampe muß daher zu 800 Ohm gemacht werden.



Fig. 100.

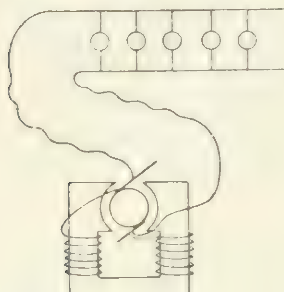
Bei elektrischen Anlagen mit nur 100 Volt Klemmenspannung ist der Widerstand nur rund 200 Ohm. Aufgedruckt auf die zum Verkauf kommenden Lampen findet man meist die Leuchtkraft in Normalkerzen (NK) und die Spannungsgröße (in Volt), für die sie zu verwenden ist, angegeben.

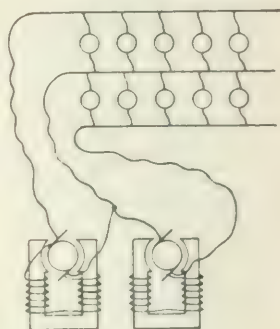
Da für jede Normalkerze Leuchtkraft etwa 3,5 Watt bei einer Kohlefadenglühlampe gebraucht werden, so lassen sich die andern Größen immer ausrechnen.

Damit nun immer zum Betriebe der Lampen, auch in den Wohnungen der Konsumenten, die erforderliche Spannungsdifferenz zur Verfügung stehe, müssen von der Zentrale her, von den dort aufgestellten Dynamomaschinen, Leitungen bis zu den Verbrauchern mit möglichst starkem Querschnitt geführt werden, damit nicht viel Spannungsabfall in den Leitungen selbst eintrete, was natürlich mit Energieverlusten verknüpft ist.

*) Die Lichteinheit ist etwa die Helligkeit einer üblichen Talgkerze. Genauer wird sie dargestellt durch die Leuchtkraft einer Normallampe von Hefner-Alteneck (Fig. 100). In dieser verbrennt reines Amylacetat durch einen Docht, der etwa 8,1 mm äußern Durchmesser besitzt, wobei die Flammenhöhe genau auf 40 mm Länge gehalten werden muß.

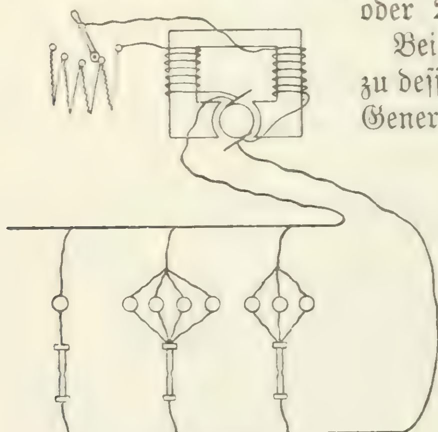
Bei dem Zweileitersystem (Fig. 101) werden zwei parallel laufende Drähte (zumeist in Form von Kabeln unter den Straßen) nach allen Gegenden geführt, wo Abnehmer sind, und zu diesen selbst Stichleitungen.


Fig. 101.


Fig. 102.

Die Glühlampen werden dann nach Bedarf in beliebiger, natürlich durch die Gesamtleistungsfähigkeit der Zentrale beschränkter Anzahl eingeschaltet zwischen diesen Hauptleitungen. Eine jede findet, in Parallelschaltung zu allen andern stehend, immer die für ihr normales Glühen erforderliche Spannungsdifferenz, die man als Netzspannung bezeichnet (also z. B. 100 oder 200 Volt).

Bei dem Dreileitersystem (Fig. 102), zu dessen Anwendung zwei gleich große Generatoren in der Zentrale erforderlich sind, schaltet man die Leitungen so, daß der Mittelleiter nach der Mitte der beiden Generatoren, die dort kurz verbunden sind, führt, die beiden Außenleiter nach den freien Klemmen der Maschine.


Fig. 103.

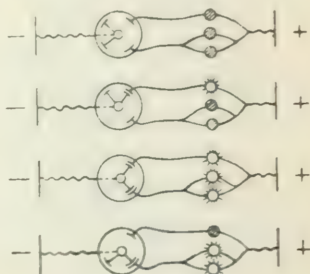
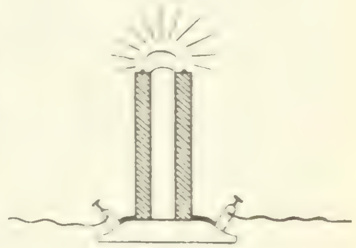


Fig. 104.

Man erreicht dadurch, daß bei gleicher Belastung der beiden sich ergebenden Netzhälften, der Mittelleiter stromlos bleibt, weil in ihm (von jeder Einzelmaschine her) eigentlich zwei Ströme von gleicher Stärke, aber verschiedener Richtung fließen möchten, die sich gegenseitig aber aufheben.

Innerhalb der an das elektrische Netz angeschlossenen Häuser kann man die Anschlüsse einzelner Lampen wieder beliebig zusammenfassen. Fig. 103 zeigt z. B. schematisch den Anschluß für drei Zimmer, von denen in einem eine, in einem weiteren vier, im letzten drei Lampen brennen sollen. Man kann dann durch Schalter, die an den Lampen selbst angebracht sind (Hahnfassung) oder durch Zimmerschalter erreichen, daß eine beliebige Anzahl von Lampen oder gar keine glühen. Fig. 104 zeigt ein Schema eines Mehrfachschalters, wie er häufig für Kronleuchter angewendet wird. Die Wirksamkeit desselben ist ohne weiteres aus der die vier möglichen Schalterstellungen zeigenden Figur ersichtlich.


Fig. 105.

Neuerdings hat man auch Glühlampen konstruiert, in denen wieder Metallfäden Verwendung finden: das dem Platin nahe verwandte Osmium, auch Tantal, Wolfram und deren Legierungen. Sie haben einen geringen Effektbedarf. (Vergl. Tabelle S. 90.)

Außer diesen Glühlampen, in denen Elektrizitätsleiter erster Ordnung zum Glühen gebracht werden, gibt es noch solche, bei denen Leiter zweiter Ordnung als Glühkörper Verwendung finden. Diese leiten aber den elektrischen Strom in der Kälte so schlecht, daß sie erst einer Zündung bedürfen, d. h. einer künstlichen Vorwärmung des Glühkörpers bis zu dem Glühgrade, daß er die Leitung des elektrischen Stroms, der dann das Glühen unterhält, selbst übernehmen kann.

Schon in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts hatte Jablochkoff eine elektrische Kerze angegeben, unter deren Schein teilweise die Boulevards-Durchbrüche im alten Paris bewirkt wurden. (Fig. 105.) Zwei Kohlenstäbe waren durch eine Kalkscheidewand getrennt. Wurde durch Überlegen einer leitenden Brücke oben der schlechte Leiter (Kalkmasse) in Glut versetzt, so setzte sich das Glühen auch nach dem Abbrennen der

Brücke fort und dauerte an, bis die Kerze bis zu ihrem Fuße verbrannt war. Nernst benutzte einen Elektrolyt-Glühkörper, welcher aus einer porzellanartigen Masse besteht, die ähnlich wie die Auerschen Gasglühlichtstrümpfe die Oxyde seltener Erdmetalle enthält (Fig. 106a). Ein solcher Nernstkörper leitet aber den Strom nur in Glühhitze, kalt ist sein Widerstand zu groß. Nernst hat nun gezeigt, wie man mittels einer stromdurchflossenen Spirale das Vorwärmen durch denselben Strom bewirken kann, der dann den Glühkörper durchfließt. Die Vorwärmespule liegt in einem zum Glühkörper parallel geschalteten Stromkreis, der einen Ausschalter enthält, welcher zugleich Anker eines Elektromagneten ist, der vom Hauptstrom durchflossen wird. Zunächst ist der Widerstand im Hauptstrom so groß, daß ein nennenswerter Strom durch ihn nicht fließen kann. Mit der durch die Heizspirale bewirkten Erwärmung des Glühkörpers nimmt die Stromstärke aber zu und erreicht schließlich einen solchen Betrag, daß der Elektromagnet durch Anziehen des Ankers den

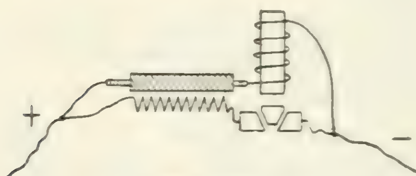


Fig. 106 a.

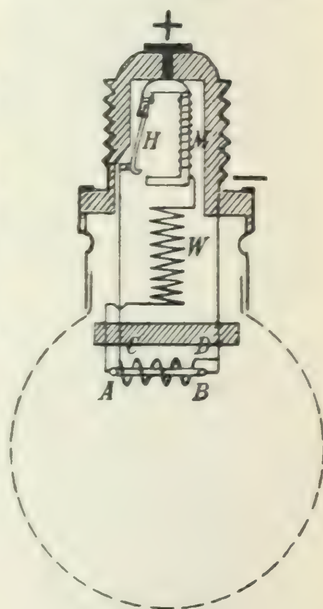


Fig. 106 b.

Vorwärmenebenschluß öffnet, so daß von nun an der volle Strom den Glühkörper durchfließen muß. Während Fig. 106a nur ein Schema gibt, stellt Fig. 106b den Querschnitt durch eine Nernstlampe dar.

Diese Vorwärmung erfordert bei den Nernstlampen etwa eine halbe Minute Zeit. Nernstlampen leuchten daher, wenn man die zu ihnen gehörende Leitung schließt, nicht sofort wie gewöhnliche Glühlampen hell auf, sondern erst nach einiger Zeit. Diesem Übelstand steht aber als Vorteil ein geringer Effektbedarf gegenüber. (Vergl. Tabelle S. 90!)

Anstatt die von festen glühenden Körpern kann man auch die von glühenden Gasen ausgehenden Lichtstrahlen zur Beleuchtung benutzen, wie dies in neuer Zeit geschieht.

Füllt man in eine mit eingeschmolzenen Stromzuführungen versehene Glasröhre (Fig. 107) von etwa ½ m Länge Quecksilber, pumpt sie dann luftleer und schmilzt sie zu, so hat man in ihr außer dem an den beiden Enden angesammelten Quecksilber nur Quecksilberdampf in der Röhre. Man kann solche Lampen in gewöhnliche Gleichstrombeleuchtungsanlagen einschalten und erhält von ihnen ein zwar sehr hellstrahlendes und geringen Effektbedarf zeigendes Licht; aber seine Färbung ist nicht angenehm, da es wenig rote Strahlen und sehr viel ultraviolette Strahlen enthält: man nennt daher solches Licht auch Uviollicht. Durch Zuschaltung von gewöhnlichen Glühlampen oder indem man anstelle von reinem Quecksilber Amalgam von Zink verwendet, kann man allerdings das Unangenehme der Wirkung des Uviollichts abschwächen.

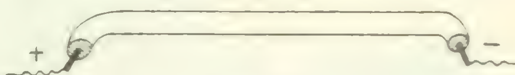


Fig. 107.

Glühende Gasteilchen sind es auch, die bei einer andern, in der Praxis zu intensiver Beleuchtung großer Flächenräume viel verwendeten elektrischen Lichtart den Beleuchtungseffekt veranlassen: in dem elektrischen Bogenlicht.

Schon Davy fand im Jahre 1821, daß, wenn man zwei Kohlenstäbe, aneinander gehalten, von einem elektrischen Strom durchflossen sein ließ, die elektrische Strömung nicht auch unterbrochen wurde, wenn man die Kohlenstäbe an der Berührungsstelle einige Millimeter voneinander entfernte. Im Gegenteil an der Unterbrechungsstelle bildete sich eine hellleuchtende Lichterscheinung, die durch ihre eigene Hitze nach oben getrieben den Zwischenraum zwischen zwei horizontal stehenden Kohlenstabenden bogenförmig überbrückt (daher der Name Bogenlicht, Fig. 108).

Das Bogenlicht ist somit das bei weitem älteste elektrische Licht. Es wurde von Davy (auch noch lange nach ihm z. B. für Projektionslampen) unter Zuhilfenahme einer großen Batterie von galvanischen Elementen erzeugt.

Das Bogenlicht ist aber auch das absolut und relativ effektvollste Licht überhaupt, das wir auf Erden darstellen können.

Die hohen Temperaturen, die im Lichtbogen auftreten, sind bisher mit andern Mitteln künstlich noch nicht dargestellt worden.

Wenn man Wechselstrom durch die Kohlenstäbe sendet, so brennen die beiden Spitzen gleichmäßig ab; sendet man aber Gleichstrom, so entsteht die in der Fig 108 dargestellte Erscheinung: der mit dem negativen Pole der Stromquelle in Verbindung stehende Kohlenstab spitzt sich zu; der an der positiven Seite aber höhlt sich, einen Krater bildend, aus. Dieser Krater ist die heißeste und damit auch am meisten Licht ausstrahlende Stelle des Lichtbogens. Ihre Temperatur beträgt etwa 3500°. Man nimmt deshalb, wenn die Kohlen vertikal

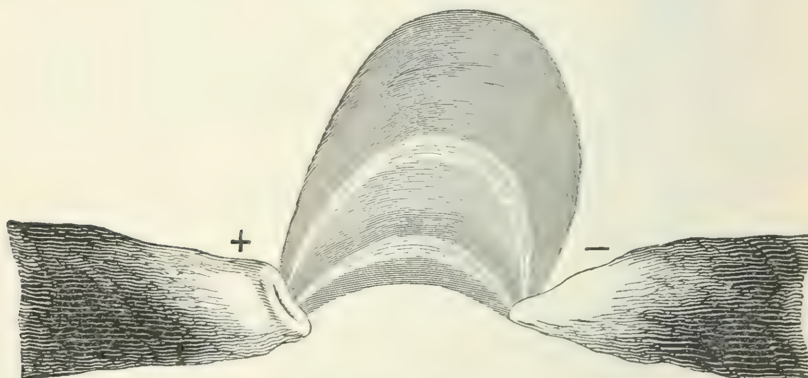


Fig. 108.

übereinander stehen, die positive Kohle nach oben, damit möglichst viel Licht auf den zu erleuchtenden Fußboden falle. Es brennt auch die positive Kohle schneller ab als die negative Kohle; damit deshalb der Lichtpunkt einer Bogenlampe möglichst an derselben Stelle verbleibe, muß eine besondere Regulierungsvorrichtung vorhanden sein, die die positive Kohle schneller vorwärts treibt.

Würde man gar keine Regulierung anbringen, die Kohlen vielmehr feststellen, so würde der Lichtbogen immer länger und länger werden, sein Widerstand größer, und schließlich würde er aufhören zu leuchten und überhaupt zu existieren: es würde eine Stromunterbrechung eintreten. Deshalb müssen die Bogenlampen mit einem Mechanismus versehen sein, welcher das Nachregulieren der Kohlen besorgt. Einen solchen stellt z. B. dar die von Hefner-Alteneck angegebene Differenziallampe

(Fig. 109). Der Einfachheit des Schemas wegen ist die negative Kohle als feststehend angenommen, während sie tatsächlich durch den Reguliermagnetismus auch langsam nach oben bewegt wird. Die positive Kohle ist durch einen Hebelarm mit einem Eisenstab verbunden, der unten in eine starke (Hauptstrom-) Spule, oben in eine dünne (Nebenschluß-) Spule hineinragt. Geht die obere Kohle bei fortschreitendem Abbrand weiter von der untern fort, wächst also der Widerstand im Hauptkreis, so muß ein verhältnismäßig größerer Stromteil durch den Nebenschluß und seine Spule fließen, sie wird also den Eisenkern tiefer in sich hineinziehen; und dies bewirkt ein Herabgehen der oberen Kohle. Dadurch kommt der Widerstand wieder auf seinen normalen Wert. Würde aber die obere Kohle zu tief sinken wollen, so wird der Hauptstrom, wie etwa bei direkter Berührung der Kohlen, enorm anwachsen: die Hauptstromspule zieht dann den Eisenkern tiefer in sich hinein, was ein Emporgehen der Kohle zur Folge hat. So wird in der Differentiallampe durch das doppelte Spiel der Spulen der Lichtbogen immer auf richtiger Höhe gehalten.

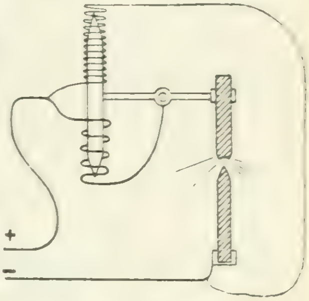
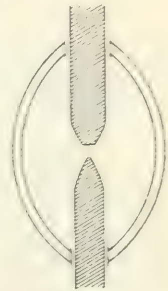


Fig. 109.

Um überhaupt den Abbrand der Kohlen, die bei gewöhnlichen Bogenlampen etwa sechs Brennstunden vorhalten, zu verlangsamen, hat man die Lichtbogenstelle der Kohlen mit einer möglichst dichtanschließenden Glocke versehen (Fig. 110). Dadurch bildet sich in unmittelbarer Nähe des Bogens eine sauerstoffarme, an Kohlensäure reiche Atmosphäre, und die Dauer eines Kohlenstabpaares ist eine wesentlich verlängerte. (Daher der Name Dauerbrandlampe.)


Fig. 110.

Um das dem Mondschein gleichende Bogenlicht mit wärmeren Tönen zu versehen, und zur Vermehrung der Lichtintensität nach unten hin, hat man die Kohlen mit Salzlösung getränkt und ihnen beiden eine schräg nach unten gerichtete Lage gegeben, wodurch vermieden wird, daß die untere Kohle Schatten wirft (Bremer-Licht).

Was die Einschaltung von Bogenlampen in die Verteilungsnetze von Elektrizitätswerken betrifft, so stellt sich die Sache

nicht so einfach, wie bei den Glühlampen, die man für jede gebräuchliche Spannung besonders herstellen kann.

Der elektrische Lichtbogen hat die Eigenschaft, dem ihn durchfließenden Strome eine elektromotorische Gegenkraft entgegenzusetzen, die bei Gleichstrom etwa 40 Volt, bei Wechselstrom etwa 30 Volt beträgt. Mit Spannungen, die darunter liegen, läßt sich ein Lichtbogen überhaupt nicht dauernd aufrecht erhalten.

Mit höheren Stromstärken brennende Bogenlampen bedürfen noch eine erhebliche Überspannung: bei 40-Amper-Lampen z. B. sind 52 Volt mindestens erforderlich. Will man nun solche Bogenlampen an ein Leitungsnetz, dessen Netzspannung etwa 120 Volt beträgt, anschalten, so kann man deren zwei hintereinander schalten; die dann noch verbleibenden 16 Volt Spannungsabfall sind durch einen Vorschaltwiderstand aufzunehmen (Fig. 111).

Der Verbrauch an elektrischem Effekt der verschiedenen besprochenen Lichtquellen wird durch folgende Tabelle veranschaulicht:

Es verbraucht (an Watt):	pro Normalkerze	pro 16 Normalkerzen
Glühlampe mit Kohlenfaden	3 — 4	48 — 64
" " Elektrolytkörper	1,5 — 1,6	24 — 26
" " Osmiumfaden	1,5	24
" " Tantalfaden	1,6	25
" " Wolframfaden	1,0	16
Bogenlampe " Kohlenstäben	0,5 — 0,8	8 — 12
Uviollampe	0,6	10

Der elektrische Lichtbogen wird außer zur Erzeugung von intensivem Licht auch technisch angewendet zur Erzeugung starker Hitze. So hat man (Fig. 112) z. B. einen Lötkolben konstruiert, der von hinten durch einen elektrischen Lichtbogen geheizt wird, welcher sich zwischen dem Kolben und einem von der Hand niederzudrückenden Kohlestab ausbildet; die Zuführung des elektrischen Stromes geschieht durch den Handgriff. Auch Schweißungen führt man nach Thomson derart aus, daß man zwischen den zusammenzuschweißenden Metallstückchen selbst den Lichtbogen sich ausbilden läßt.

Um sehr große Stromstärken hierfür zu erzeugen, bedient man sich eines Transformators, den man als Umkehrung eines Induktoriums auffassen kann. Man leitet nämlich den Strom mit der Spannung, wie er gewöhnlich von den Zentralen geliefert wird, um einen Eisenkern mit vielen Windungen, während man den zum Schweißen gebrauchten Strom nur ganz wenigen auf dasselbe Eisen gewickelten Windungen entnimmt, so daß vom sekundären Strom die Spannung nur wenige Volt, aber die Stromstärke Hunderte von Amper beträgt (Fig. 113).

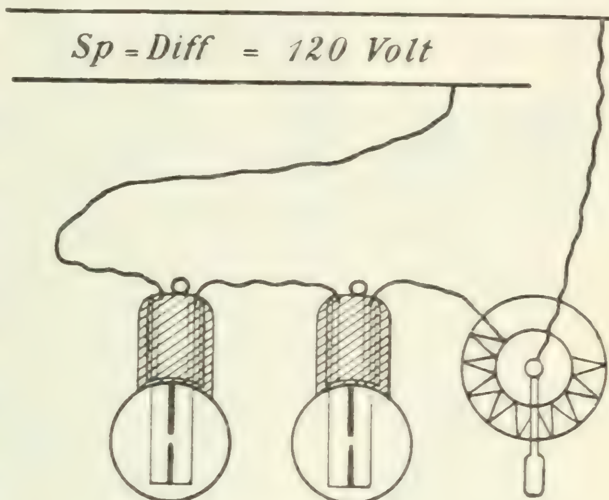


Fig. 111.

Auf ähnliche Weise gewonnene Ströme von ganz geringen Spannungen benutzt man auch in elektrischen Öfen zur Gewinnung von Metallen aus deren heißflüssigen Oxyden.

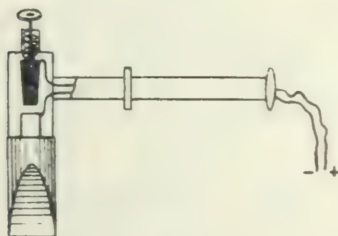
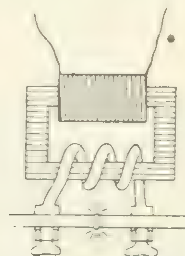


Fig 112.


Fig. 113.

Die erwärmende Wirkung der elektrischen Ströme in den Leitungen hat anfangs nicht selten zu Brandschäden Veranlassung gegeben, indem einzelne Stellen der Leitung zu heiß wurden und in der Nähe befindliche brennbare Sachen in Brand setzten.

Um solchen Vorkommnissen aber vorzubeugen, wird jetzt vorschriftsmäßig jede Leitung und jede Stichleitung, wenn in letzterer dünnere Drähte zur Anwendung kommen, besonders dadurch „gesichert", daß man in die Leitungen an Stellen, wo eine höhere Erwärmung nicht schädliche Folgen haben kann, auf feuersicheren Unterlagen Leitungsstücke, sogenannte „Sicherungen", einfügt, die, wenn aus irgend welchen Gründen zu starke Ströme durch die Leitungen fließen möchten, zuerst durchschmelzen müssen. Solche Sicherungen (Fig. 114) werden zumeist aus Blei oder Bleilegierungen, neuerdings auch vielfach aus dünnen Silberdrähten hergestellt. Ihre Verwendung ist unerläßlich, aber auch hinreichend zur Sicherung der hinter den „Sicherungen" liegenden Strombahnen gegen elektrische Überlastungen und deren Folgen.

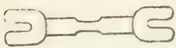


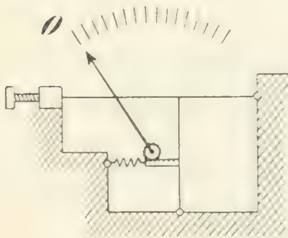
Fig. 114.

Endlich möge noch der Wärmewirkung stromdurchflossener Drähte zum Bau von Meßinstrumenten Erwähnung geschehen.

Fig. 115 zeigt zwei schematische Ansichten eines als Hitzdraht-Meßinstrument gebauten Ampermeters in kalter und warmer Stellung. Der horizontal laufende Draht ist der vom zu messenden Strom durchflossene.

In seiner Mitte ist ein (nicht stromleitender) Faden angebracht, der wiederum durch Federkraft nach links gezogen werden kann. Das letztere geschieht, wenn der Stromdraht warm und infolgedessen länger wird. Gleichzeitig legt sich der Zeigerhebel nach rechts.

Diese Hitzdrahtinstrumente lassen sich, dies ist ihr besonderer Vorzug, sowohl bei Gleichstrom als auch bei Wechselstrom zum Messen von Stromstärken verwenden.



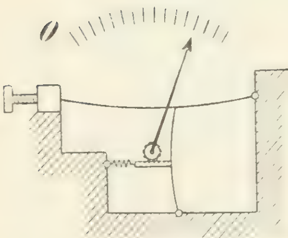


Fig. 115.

Denn die Erwärmung stromdurchflossener Drähte ist eine Eigenschaft, die von der Richtung oder dem Wechsel der Strömung ganz unabhängig ist, also eine nicht-polare Eigenschaft.

Sechste Vorlesung.

Beziehungen zwischen Elektrik und Chemie.
(Elektrochemie.)

Im Gegensatz zu den Wärmewirkungen der elektrischen Strömungen, sind die chemischen Wirkungen derselben durchaus polar, d. h. von der Stromrichtung abhängig; es werden daher alle durch elektrische Strömungen hervorgerufenen chemischen Prozesse der Richtung nach in ihr Gegenteil verkehrt, wenn die Stromrichtung sich ändert.

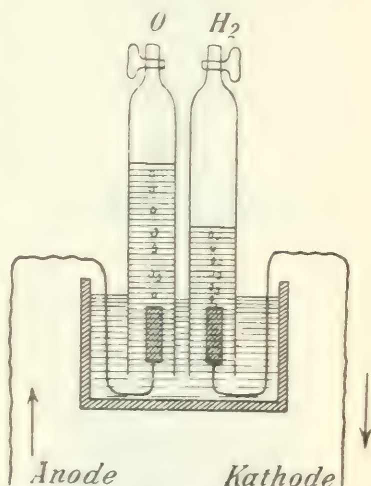


Fig. 116.

Daher sind zur technischen Durchführung von elektrochemischen Prozessen nur Gleichströme verwertbar. Dies ist (namentlich des Ladens von Akkumulatoren wegen) ein Hauptgrund, weswegen viele elektrische Zentralen, obgleich der Gleichstrom dem Wechselstrome für Kraftübertragungszwecke entschieden unterlegen und für Beleuchtungszwecke nicht wesentlich überlegen ist, noch heutzutage für Gleichstrom gebaut sind.

Sendet man einen elektrischen Strom in eine Zersetzungszelle, eine mit (der besseren Leitungsfähigkeit wegen angesäuertem) Wasser gefüllte Wanne, derart, daß man die Stromzuführungsdrähte (Elektroden) in größeren Platten endigen läßt, (wodurch der Übergangswiderstand zwischen Metall und Flüssigkeit möglichst erniedrigt wird) und stülpt man über diese Elektrodenenden umgekehrt mit Wasser gefüllte Glasröhren (Fig. 116), so zeigt sich alsbald an der Elektrode, bei welcher der Strom eintritt (Anode), sowie auch an der andern Elektrode, wo der Strom austritt (Kathode), eine Gasentwicklung. Die oberen Räume bei den Röhren füllen sich allmählich, die rechte doppelt so schnell. Man nennt diesen Vorgang, bei dem chemische Zersetzungen sichtbar werden, Elektrolyse; die an den Elektroden ausgeschiedene

Substanz nennt man nach Faraday ein Jon und zwar das, was an der Anode ausgeschieden wird: Anion, das andere: Kation.

Untersucht man das Anion unserer Zersetzungszelle, so findet man es als Sauerstoff (O), das Kation als Wasserstoff (H). Man findet ferner, daß die in einer bestimmten Zeit ausgeschiedenen Mengen den Stromstärken proportional sind. Man kann daher diesen elektrolytischen Vorgang benutzen, um einen Strommeßapparat zu bauen. Man nennt solche Apparate (im Gegensatz zu den Galvanometern) Voltameter. Fig. 117 zeigt ein solches Wasserzersetzungsvoltameter, das man auch Knallgasvoltameter nennt, weil die Mischung von Sauerstoff und Wasserstoff im Verhältnis 1:2 ein sehr explosibles Gas ist, das mit heftigem Knalle verpufft, wiederum Wasser bildend, wenn man z. B. einen elektrischen Funken durch das Gemisch schlagen läßt. Um das gewöhnliche, nach Kubikzentimetern geteilte Glasrohr nach Amper zu eichen, braucht man nur noch zu wissen, wieviel Knallgas durch einen Strom von 1 Amper in einer bestimmten Zeit ausgeschieden wird: es sind dies in 1 Minute 10,44 cbcm Knallgas.

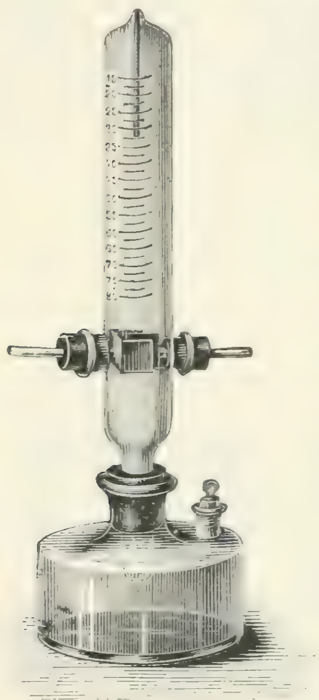


Fig. 117.

Solche Voltameter sind natürlich nur für Gleichstrommessungen verwendbar. Man hat sie auch für andere, feste, sich ausscheidende Substanzen konstruiert.

Ein Silbervoltameter zeigt Fig. 118. Die Kathode ist als Silberbecher ausgebildet, die Anode ist ein Silberstab, der unten, damit nicht kleine Teilchen, die sich etwa loslösen könnten, herabfallen und die Masse des Bechers fälschlicherweise vermehren, mit einem Leinenbeutel umwickelt ist.

Als Elektrolyt (wie allgemein die zu zersetzende Flüssigkeit genannt wird) verwendet man wässerige Silbernitratlösung. Läßt man durch ein solches Voltameter genau eine Minute lang einen Strom von 1 Amper Stärke fließen, und wägt den

Becher vorher und nachher, so findet man einen durch die Strömung bewirkten Massenzuwachs von 67,10 mg Silber.

Nimmt man aber anstatt eines Voltameters mit Silberelektroden ein solches mit Kupferelektroden und Kupfersulfatlösung, so findet man, daß ein Strom von 1 Amper Stärke in einer Minute 19,69 mg Kupfer abscheidet. Vergleicht man die beim Kupfer- und Silber-Voltameter gefundenen Grammzahlen der ausgeschiedenen Kationten (man nennt sie Äquivalentmassen, da sie die chemische Arbeit ein und desselben elektrischen Stromes auf verschiedene chemische Elemente darstellen, so findet man, daß zwischen ihnen und den chemischen Äquivalentzahlen der Elemente gleiches Verhältnis besteht, denn: 19,69 : 67,1 = 31,6 : 107,7.*)

Die Äquivalentmassen des Wasserstoffs zum Sauerstoff verhalten sich wie 1 : 8; und wenn man berücksichtigt, daß jedes Kubikzentimeter des Sauerstoffs 16 mal so schwer ist, wie ein Kubikzentimeter Wasserstoff, so findet man ohne weiteres, daß (wie auch bei dem zuerst beschriebenen Experiment erkennbar) bei Zersetzung von Wasser die doppelte räumliche Menge Wasserstoff entstehen muß.

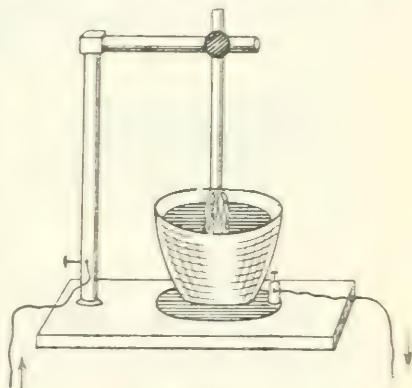


Fig. 118.

Die Clausius-Arrheniussche Theorie nimmt daher an, daß die chemischen Wirkungen elektrischer Ströme nicht die Flüssigkeitsmasse als solche, sondern jede einzelne Molekel des Elektrolyten angreifen, sie zersetzen in einen elektropositiven und einen elektronegativen Bestandteil, und daß sie den letzteren in der Richtung des Stromes selbst soweit wie möglich fortführen. An der Kathode ist die Möglichkeit dafür zu Ende, also wird er dort in fester (oder je nach der Art des Elements auch gasförmiger Form) abgeschieden.

Hinsichtlich seines elektrochemischen Verhaltens ist der Wasserstoff analog den Metallen. Alle diese (elektronegativen)

*) Die Größen 31,6 und 107,7 sind die chemischen Äquivalentzahlen für Kupfer und Silber, wenn man berücksichtigt, daß letzteres ein einwertiges Element, ersteres ein zweiwertiges ist. (Atommasse: des Silbers: 107,7; des Kupfers: 63,1; Wasserstoff als Einheit gesetzt.)

Körper scheiden sich bei der Elektrolyse immer an der Kathode als Kation aus.

Die Elektrolyse ist nun ein ausgezeichnetes Mittel, Metalle ganz rein darzustellen. Es ist sogar mit ihrer Hilfe zuerst überhaupt gelungen, gewisse sehr leicht oxydierende Elemente, wie Natrium und Kalium, in der Form des reinen Elements zu gewinnen. Da diese Metalle sich aber nicht bei gleichzeitiger Anwesenheit von Wasser rein erhalten, sondern bekanntlich sofort heftig oxydiert werden, muß die Abscheidung solcher Metalle nicht aus wässrig-flüssigen sondern aus feurig-flüssigen Elektrolyten (man verwendet geschmolzene Chloride) erfolgen.

Fig. 119 zeigt einen unter Benutzung des elektrischen Lichtbogens konstruierten elektrischen Schmelzofen einfachster Form. Fig. 120 zeigt einen anderen Ofen, wie er nach Angaben von Héroult namentlich zur Herstellung von Aluminium aus Tonerde angewendet wird.

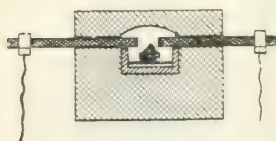


Fig. 119.

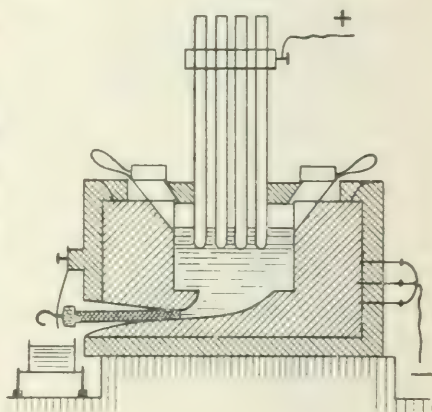


Fig. 120.

Als Anode dient eine Anzahl von Kohlenstangen, als Kathode das Schmelzgefäß selbst: ein großer Kohletiegel. Der Tiegel hat oben zwei Füllschächte, durch welche das Tonerdematerial eingeführt wird; der Lichtbogen schmilzt die Masse und führt, gleichzeitig elektrolysierend, das reine Aluminium an die Anode, d. h. es sammelt sich unten an und kann von Zeit zu Zeit abgestochen und in kleinen Wagen fortgeschafft werden, die vor die Abstichöffnung gefahren werden. Dieser Betrieb kann, abgesehen von der Ergänzung der Elektroden kontinuierlich fortgesetzt werden. Infolge dieser, namentlich durch die Benutzung von Wasserkräften (Neuhausen am Rheinfall) günstigen Herstellungsweise ist das Aluminium, das noch vor

Jahrzehnten ein sehr teures Material war, zu weitgehender Verwendung gelangt.

Auch das Calciumcarbid,*) das heutzutage vielfach in den Acetylengasbeleuchtungsanlagen gebraucht wird, wird mittels des elektrischen Flammenbogens aus Kalk und Kohle hergestellt.

Edlere Metalle, die nicht vom Wasser sogleich zum Oxydieren gebracht werden, lassen sich auch aus wässerigen Lösungen elektrolytisch ausscheiden. Dies ist der Fall z. B. mit neun Zehnteln des heute dargestellten Kupfers. Die Kupfererze werden mit Säuren ausgelaugt, so daß sich Kupfersalzlösungen bilden, und aus diesen wird durch sehr starke Ströme, deren Spannung aber sehr gering sein kann (nur wenige Volt), das Kupfer metallisch abgeschieden.

Das so gewonnene Kupfer, Elektrolytkupfer genannt, hat überdies vor dem hüttenmännisch dargestellten Kupfer den Vorteil größerer Reinheit. Und darauf gerade muß die Elektrotechnik sehen, die ja selbst der größte Konsument von Kupfer wegen Herstellung der Leitungsdrähte ist.

Außer zur Reindarstellung von Metallen, wo das Kation von der Elektrode abgenommen wird, kann der elektrolytische Prozeß auch benutzt werden zum Überziehen von Metallgegenständen mit andern Metallen, zumeist edleren, wie z. B. Gold, Silber, Nickel. (Galvanostegie.)

Man hat dann nur nötig, den z. B. zu vergoldenden Gegenstand, z. B. einen silbernen Löffel, als Kathode in ein Zersetzungsbad zu hängen, das ein Goldsalz in Lösung enthält.

Ein solches gut geeignetes Goldbad wird z. B. gebildet, wenn man auf 1 l Wasser 1 g Cyankalium, 6 g Natriumphosphat, 10 g Natriumbisulfat, 1 g Chlorgold löst.

Ein Versilberungsbad wird erhalten, wenn man auf 1 l Wasser 25 g Cyankalium und 15 g Silbernitrat löst.

Ein Vernickelungsbad wird erhalten, wenn man auf 1 l Wasser 1 g Nickelammoniumsulfat nimmt und zur Erhöhung der Leitfähigkeit etwas Chlorammonium zusetzt.

---

*) Calciumcarbid, hergestellt aus gebranntem Kalk und Kohle, $CaO + 3C = CaC_2 + CO$.

Calciumcarbid, in Wasser eingebracht, entwickelt Acetylen: $CaC_2 + H_2O = C_2H_2 + CaO$.

Nicht immer braucht der Überzug ein edles Metall zu sein, wenn nur der Überzug bessere Eigenschaften besitzt. So werden (ausschließlich auf galvanischem Wege) die Kupferdruckplatten, welche sich, der Weichheit des Kupfers entsprechend, rascher beim Druck abnutzen würden, verstählt, d. h. mit einer feinen Haut von Eisen überzogen.

Der zu überziehende Gegenstand, welcher als Kathode benutzt wird, braucht übrigens nicht durchaus selbst aus Metall zu sein. Man kann im Gegenteil auch Elektroden benutzen, die als Matrizen hinsichtlich Erhabenheit und Vertiefung das Gegenstück von dem darstellen, was man erzeugen will. Formt man z. B. durch Eindrücken einer Münze in Wachs ein plastisches Negativ ab und bestreut dies mit feinem Graphitpulver, um es elektrisch leitend zu machen, so kann man dies auch als Kathode benutzen (Galvanoplastik). Fig. 121 stellt eine besonders einfache Einrichtung für solche Zwecke dar, die sich jeder leicht selbst herstellen kann. In einem Gefäß steht auf einem Dreifuß ein Glaszylinder, der unten mit Schweinsblase verbunden ist. Legt man ein Stück Zink auf die Schweinsblase und führt von ihm einen isolierten Draht zu dem als Kathode dienenden mit Graphit bestreuten Negativ, und füllt das Gefäß unten mit Kupfervitriollösung, oben mit verdünnter Schwefelsäure, so wird in kurzer Zeit soviel Kupfer auf der Kathode ausgeschieden sein, daß man die Masse abnehmen kann und dadurch ein direktes Abbild der ursprünglichen Münze erhält.

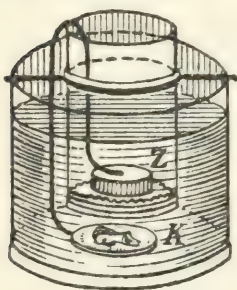


Fig. 121.

Auf diese Weise werden viele kunstgewerbliche Gegenstände hergestellt; auch große Figuren, z. B. diejenige des Frankfurter Gutenberg-Denkmals sind so entstanden.

In der in Fig. 121 dargestellten einfachen galvanoplastischen Einrichtung ist Zersetzungszelle und Stromquelle in einem enthalten, letztere dargestellt durch ein galvanisches Element, das einem Daniell-Element entspricht. Wir erkennen nun hier deutlich, daß auch zwischen chemischen und elektrischen Wirkungen die Wechselseitigkeit (wie etwa zwischen Wärme und Elektrizität) besteht.

Das Niederschlagen von Kupfer auf der Kathode aus der eine Kupferverbindung enthaltenden Lösung heraus ist eine

Aktion chemischer Energie, hervorgerufen durch Zufuhr von chemischer Energie (und zwar von außen her). Würden wir in unserm einfachsten galvanoplastischen Apparat statt der Zinkplatte eine Kupferplatte angewendet haben, so würden wir jahrelang vergeblich auf einen Niederschlag auf der Münze warten können. Es kann also nur scheinbar so sein, als ob unserer Zelle keine elektrische Energie zugeführt würde.

Die Zufuhr an elektrischer Energie liegt in dem chemischen Prozeß, der sich (wie wir in der ersten Vorlesung schon sahen, elektrische Strömung erzeugend) bei der Auflösung des Zinkes abspielt. Aber diese elektrische Energie wird alsbald noch innerhalb der Zelle rückverwandelt in chemische (Reinausscheidung des Kupfers). Ein Energieabfluß nach außen hin und eine Zufuhr von außen her findet allerdings nicht statt. Übrigens würden wir doch leicht nachweisen können, daß tatsächlich der chemische Prozeß nicht ohne doppelte Verwandlung über elektrische Energie vor sich geht, wenn wir in dem Verbindungsdraht ein Galvanoskop einfügten.

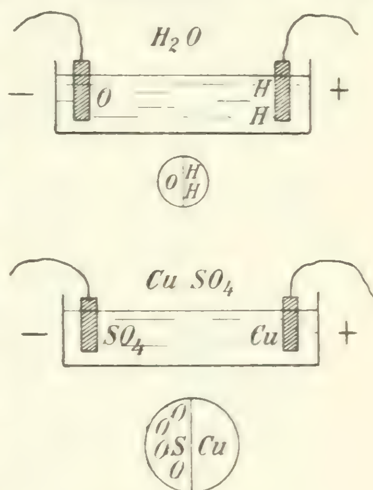


Fig. 122.

Sehen wir nun zu, ob der oben als ganz allgemeines Naturgesetz (Seite 24) aufgestellte Grundsatz auch aus den elektrochemischen Erscheinungen sich bestätigen läßt.

Es kann ja nicht anders sein. Es gibt allerdings Fälle, wo der Schein dagegen sprechen könnte, insofern weitergehende Aktionen verdeckend eingreifen.

Es ist dies z. B. der Fall in einer Kupferelektroden und Kupfersulfatlösung enthaltenden Zersetzungszelle (Fig. 122). Hier spaltet sich durch Einfluß der zugeführten elektrischen Energie die Molekel $CuSO_4$ in einseitig Cu, anderseitig SO_4. Das Kupfer als Metall geht zur Kathode, kann dieselbe aber nicht verändern, da sie schon aus Kupfer bestand. Der Molekelrest wandert zur Anode, kann diese und ihre Umgebung aber auch nicht verändern, da SO_4 Kupfer von der Elektrode ablöst, in seine Molekel hineinzieht und das bildet, was ja in der

Umgebung schon vorhanden ist: Kupfersulfat. Höchstens können bei Mangel an Reinheit der Ausgangsprodukte kleine Verschiebungen entstehen, die aber belanglos bleiben.

Anders ist es z. B., wenn wir den Vorgang, der sich im Knallgasvoltameter abspielt, betrachten (Fig. 122 oben), wo Wasser zwischen Platinelektroden zersetzt wird. Hier tritt deutlich sichtbar rechts Wasserstoffgas und links Sauerstoffgas auf, als Zeichen des vom elektrischen Strom veranlaßten chemischen Effekts.

Im allgemeinen besteht zwischen zwei in angesäuertes Wasser tauchenden Platinelektroden keine Spannungsdifferenz, wie wir erkennen, wenn wir sie durch einen ein empfindliches Galvanometer enthaltenden Draht verbinden.

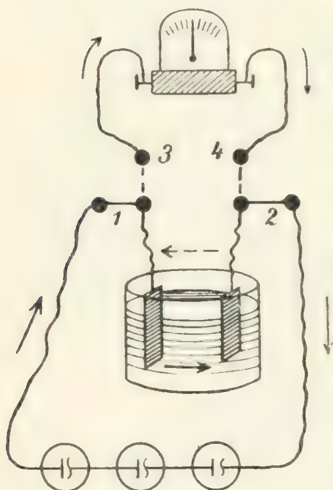


Fig. 123.

Anders ist es, wenn wir vorher einen Strom von außen durch eine solche Elektrolytzelle gesendet haben (Fig. 123). Der von außen kommende Strom fließt von links nach rechts durch die Zelle. Öffnet man nun die Leitungsstellen 1 und 2 und legt durch Schließen der Stellen 3 und 4 ein Galvanometer an die Zelle, so erkennt man an dem eintretenden Ausschlag, daß nun ein Strom von rechts nach links durch die Zellen fließen muß. Die Strömung nimmt an Stärke bald ab und verschwindet bald ganz. Man nennt diese Erscheinung galvanische Polarisation. Das Auftreten dieses Polarisationsstromes ist der Beweis, daß in der Zelle eine elektromotorische Kraft rege sein muß, so lange er fließt. Und da sie zu Beginn, sofort nach der Umlegung des Umschalters, am stärksten wirksam ist, nach und nach abnehmend, so ist der Schluß gerechtfertigt, daß sie auch während des Fließens des die Polarisation veranlassenden Stroms in mindestens der danach zuerst nachweisbaren Stärke vorhanden war.

Es tritt also eine elektromotorische Gegenkraft auf, die selbst, wenn sie allein vorhanden wäre, einen der Richtung nach dem polarisierenden Strom entgegengesetzten, der Stärke nach aber jenem nie ganz gleichkommenden Strom hervor-

rufen würde. So zeigt sich also, daß die Erscheinung der galvanischen Polarisation sich ebenfalls vollkommen unter jenes allgemeine Naturgesetz unterordnet, einen Spezialfall desselben darstellend.

Die Technik macht von den Polarisationserscheinungen einen wichtigen Gebrauch zum Zwecke der Aufspeicherung elektrischer Energie.

In unserer Zelle mit den zwei Platinelektroden können unmöglich die Elektroden unmittelbar nach Öffnung des Ladestroms ganz rein gewesen sein. Denn zwischen ganz reinen Platinelektroden, hatten wir gesehen, kommt keine Spannungsdifferenz zustande, also auch kein Strom. Die Platinelektroden waren also, müssen wir annehmen, etwas verändert: die Kathode mit Wasserstoff die Anode mit Sauerstoff belagert. Aber diese Auflagerung von Gasen an Platin kann sich nicht lange halten, und der Polarisationsstrom stellt ein Minimum dessen an Energie dar, was der Zelle von außen zugeführt worden ist.

Andere Eigenschaften zeigen Elektroden aus Blei, welche in verdünnter Schwefelsäure stehen. Im Gegensatz zu Kupfer wird, an sich, Blei von Schwefelsäure nicht angegriffen: es bildet sich also beim Durchgang des elektrischen Stroms durch eine solche Blei-Schwefelsäure-Zelle an der Anode nicht schwefelsaures Blei, sondern eine Verbindung von Blei mit Sauerstoff, und zwar die höchste Oxydationsstufe: Bleisuperoxyd. An der Kathode kann sich auch kein Blei ausscheiden, da solches in der Lösung nicht enthalten ist, es tritt Wasserstoff auf, der sich zunächst an der Oberfläche des Bleis (wie an der Platinelektrode) ablagert (okkludiert) und wenn Sättigung eingetreten ist, frei emporsteigt. Es hat nun aber Blei in fein verteiltem Zustande (als Bleischwamm), wo es also über eine große Oberfläche verfügt, die Eigenschaft, sehr viel Wasserstoff okkludieren zu können. Wiederholt man nun den oben mit einer Platin-Wasser-Zelle beschriebenen Versuch zum Nachweise des Polarisationsstromes mit einer Bleizelle, so wird das Fließen des Polarisationsstroms sehr lange, unter Umständen viele Stunden lang andauern können.

In einer solchen Bleizelle läßt sich daher ziemlich viel elektrische Energie aufspeichern, weshalb sie den Namen: elektrischer Akkumulator oder Sammler erhalten hat. (Fig. 124.)

Fig. 125 stellt eine Bleiakkumulator-Zelle vor dem Aufladen und nach dem Aufladen dar, im letzten Fall also, nachdem ein durchgesendeter elektrischer Strom die Elektroden verändert und fähig gemacht hat, nun ihrerseits, durch spontane Rückgängigmachung der Wirkung des vorher beim Laden erzeugten chemischen Prozesses gewissermaßen wie ein galvanisches Element zu wirken. Im Gegensatz zu gewöhnlichen galvanischen Elementen (die man dann als primäre bezeichnet) nennt man die Akkumulatoren daher auch Sekundärelemente.

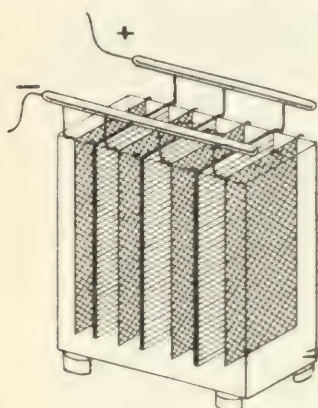
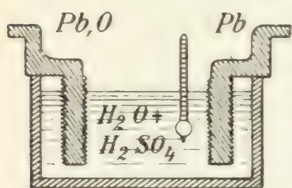


Fig. 124.

In der Fig. 125 steht auf der linken Seite als Anode nicht reines Blei sondern Bleioxyd ($Pb\,O$) angegeben. Es ist dies für die Ökonomie des Akkumulators zweckmäßig, dem Prozeß, der sich beim Laden an der Anode abspielen soll, dem Oxydationsprozeß, schon dadurch zuvorzukommen, daß man die Anode nicht aus reinem Blei nimmt, sondern aus einem Bleimaschenwerk, in welches eine Paste von Bleioxydpulver eingepreßt wird. (Fig. 126.)

Die negative Platte wiederum wird durch Rippenbildung oder dergleichen mit möglichst großer Oberfläche versehen oder auch als Gitter ausgebildet, in welches metallischer Bleischlamm eingedrückt wird. (Fig 127)



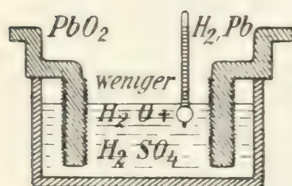


Fig. 125.

An dem Schema, das den Zustand des Akkumulators nach dem Laden darstellt, ist ferner zu bemerken, daß die Flüssigkeit abgenommen hat, auch daß sie spezifisch schwerer und dichter geworden ist. Ein als Schwimmer ausgebildeter Dichtemesser (Aräometer) wird deshalb im letzteren Falle weniger tief eintauchen. Dies kommt daher, daß bei dem Prozeß Sauerstoff und Wasserstoff durch Anlagerung an die Elektroden tatsächlich verbraucht worden sind. Und diese Elemente sind entnommen aus dem Wasser, indem eine große Zahl der Wassermolekeln eine Zerlegung erfahren haben.

Wird ein Akkumulator dann wieder entladen, d. h. als Stromquelle benutzt, so findet nicht etwa eine Entbindung von Gasen statt, sondern aus dem Sauerstoff und Wasserstoff bildet sich Wasser zurück. Die elektromotorische Kraft, die aus der Polarisation resultiert, beträgt bei einem Bleiakkumulator, wenn er nach vollendeter Aufladung als Stromquelle benutzt wird, anfangs 2,1 Volt und sinkt allmählich auf 1,85. Wird der Akkumulator dann noch weiter entladen, so sinkt seine elektromotorische Kraft rapide; man darf es aber, um den Akkumulator nicht zu verderben, gar nicht soweit kommen lassen.

Dagegen beträgt die elektromotorische Gegenkraft des Bleiakkumulators bei Beginn der Ladung etwa 2,1 Volt und steigt gegen Ende der Ladung auf ca. 2,7 Volt; das Ende der Ladung tritt ein, wenn die Kathoden (positive Platten) keinen

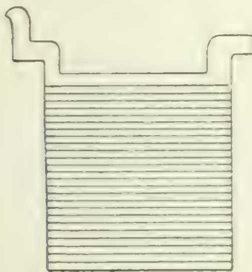


Fig. 126.

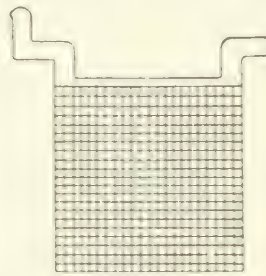


Fig. 127.

Wasserstoff mehr zu binden vermögen. Man kann zwar noch weiter laden, aber dann wird die hineinströmende elektrische Energie, indem sich freier Wasserstoff und freier Sauerstoff bilden, nutzlos vergeudet, da sie später nicht wieder aus dem Akkumulator gezogen werden kann. Überhaupt kann, wie dies bei allen Energieumwandlungen der Fall ist, vom Akkumulator nicht die volle Rückgabe der ihm zugeführten Energiegrößen verlangt werden.

Ist z. B. ein Akkumulator mit im Mittel 2,3 Volt 6 Stunden lang mit 20 Amper geladen worden, so beträgt die in ihm aufgespeicherte elektrische Energie 276 Wattstunden. Die fragliche Zelle kann dann mit 10 Amper etwa 11 Stunden lang mit 1,9 Volt mittlerer Spannung bis auf 1,85 Volt entladen werden. Die ausgegebene Energiemenge beträgt danach 208 Wattstunden.

Danach ist der Energieverlust: 68/276 = 25 % und der elektrische Nutzeffekt nur 75 %.

Die Aufnahmefähigkeit einer Akkumulatorzelle, ihre Kapazität, hängt natürlich in erster Linie von der geometrischen Größe derselben, freilich auch von der Güte ihrer Bauart ab. Ihre elektromotorische Kraft bleibt, wie bei galvanischen Primärelementen, immer dieselbe, wie groß auch die einzelne Zelle gemacht wird. Da nun aber die elektromotorische Kraft des Bleiakkumulators nur rund 2 Volt beträgt, so muß man ganze Batterien von einzelnen Zellen in Hintereinanderschaltung aufstellen, um auf Spannungen zu kommen, die den gebräuchlichen Netzspannungen gleichkommen, z. B. bei 110 Volt etwa 60 Zellen, da ja auch, wenn die Spannung der Einzelzelle nur etwa 1,9 Volt beträgt, noch die Klemmenspannung gut gehalten werden soll. Zu Anfang der Entladung, wo die Spannung der Einzelzelle 2,1 Volt beträgt, braucht man nur etwa 53 Zellen.

Man muß also an einem Ende eine Anzahl Zellen, etwa 15 %, besonders einzeln abschaltbar einrichten; man kann dann einen Zellenschalter anbringen, der das Ab- und Zuschalten automatisch besorgt, dirigiert durch einen relaisartigen Apparat, der auf eine ganz bestimmte Spannung (also 110 Volt) eingestellt ist und reagiert, wenn im Netz diese Spannung um etwa 2 % über- oder unterschritten wird.

Beim Laden wird erst recht eine auch gegen den Beginn der Entladungszeit noch erhöhte Spannung eintreten (etwa 160 Volt). Mit einer Dynamomaschine, die nur 110 Volt Spannung im Netz erzeugt, wird man also nicht laden können; man muß daher eine Zusatzmaschine speziell für Laden der Akkumulatoren im Werk haben, oder man muß, wie man dies bei Nebenschlußmaschinen erreichen kann, deren Spannung durch Bedienung des Nebenschluß-Regulators erhöhen.

Ein Schema, in welcher Weise Akkumulatorenbatterien, die als Reserve und zur Ausgleichung in einem Verteilungsnetz dienen sollen, in die Zentrale mit dem Generator und den Verteilungsleitungen zusammenzuschalten sind, gibt die Fig. 128, deren Bezeichnungen leicht an sich verständlich sind.

Wie für die Maschinen und Leitungen der Kupferverbrauch, so ist für die Akkumulatoren und Kabelhüllen der Bleiverbrauch seit Entwicklung der Elektrotechnik ungeheuer gestiegen.

Alle Akkumulatorenbatterien, die in elektrischen Zentralen aufgestellt sind, haben bis zum heutigen Tage in der oben beschriebenen Form Bleielektroden.

Andere Formen haben sich bislang noch nicht eingeführt, obgleich deren mehrere angegeben worden sind. Eine solche andere Type, die man dem so vielfältig als Erfinder auf elektrotechnischem Gebiete aufgetretenen Edison verdankt, ist ein Akkumulator, der Kalilauge als Elektrolyt enthält; die Kathode besteht aus einem Eisenrahmen mit Eisenoxydmassen und die Anode aus einem Nickelrahmen mit Nickeloxydmasse. Beim Laden wird an der Anode Nickelsuperoxyd gebildet, an der Kathode wird metallisches Eisen reduziert. Es wird also gewissermaßen Sauerstoff von der Kathode zur Anode transportiert. Dabei wird die Füllflüssigkeit gar nicht verändert. Die elektromotorische Gegenkraft ist etwa nur 1 Volt bei der Entladung. Als bewährt kann diese Type jedoch noch nicht gelten.

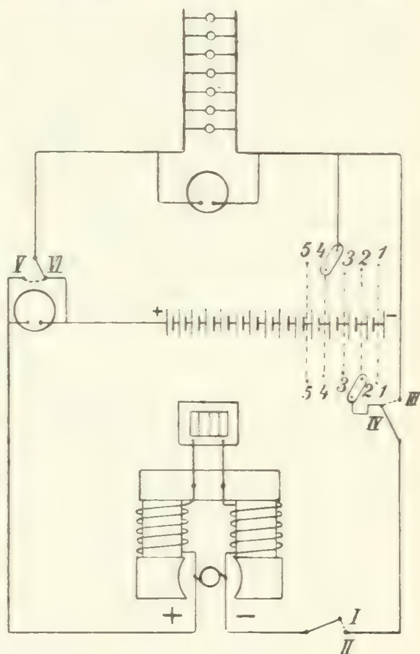


Fig. 128.

Es wäre aber unrichtig, auch neuen Erfindungen den alten gegenüber Erfolge von vornherein abzusprechen, zumal auf dem Gebiete der Elektrotechnik.

Gerade hier haben sich Erscheinungen gezeigt, die zunächst alles bisher Bekannte auf den Kopf stellen zu wollen schienen, die sich doch gerade anderseits als eine wunderbare Brücke zwischen bisher — aber ohne Zusammenhang — nebeneinander stehenden Naturerscheinungen erwiesen haben.

Zwischen der Mechanik und einerseits der Magnetik (Oersted, Faraday, Maxwell) und anderseits der Chemie (Volta, Faraday, Ostwald, Nernst) hat die Elektrik eine Brücke geschlagen: daß magnetische, dynamische, thermische, optische, chemische Erscheinungen häufig direkt mit elektrischen verknüpft sind, sie bedingen oder aus ihnen folgen, haben wir vielfach zu bemerken Gelegenheit gehabt.

Wir sahen, daß die elektrische Energieform, wie keine andere, als Vermittlerin bei der Verwandlung der Energie überhaupt aufzutreten berufen ist.

Wir sahen ferner als allgemeines Naturgesetz, daß bei solchen Energieverwandlungen stets sich das Bestreben zeigt, den vorhandenen Zustand aufrecht zu erhalten oder, falls von außen ändernde Einwirkungen eingreifen, diesen entgegen gearbeitet wird.

Dieses, m. W. hier zum ersten Male in dieser Allgemeinheit ausgesprochene, Grundgesetz ist dem Gesetz von der Erhaltung der Masse (dem alle chemischen Erscheinungen unterliegen) und dem Gesetz von der Erhaltung der Energie (dem alle physikalischen Vorgänge sich fügen) als das Gesetz von der Erhaltung des Zustands anzureihen.

Wie verschiedenartig und wechselvoll nun auch die Naturerscheinungen sein mögen — und welches Gebiet zeigt mehr eigenartige und scheinbar wunderbare Erscheinungen als das der Elektrik! — sie lassen sich unterordnen unter wenige unübertretbare Gesetze. Es herrscht nur ein Geist in der Natur, wie es Oersted in seinem Werke „Aand i Naturen“ auseinandersetzt. Die Grundlagen sind einfach, wenn man (und es war gerade in diesem der Besprechuug der Grundlagen der Elektrotechnik gewidmeten Vorlesungen mein Bestreben dies zu tun) sie unter diesem Gesichtspunkte betrachtet.

Hierin liegt, möchte ich sagen, etwas Beruhigendes und Erhabenes.

Und wenn Haller vor fast zwei Jahrhunderten sagte:

„Ins Innre der Natur dringt kein erschaffner Geist;
Zu glücklich, wem sie noch die äußre Schale weist.“

so möchte ich, diesen Spruch erweiternd, hinzugefügt wissen: Glückseliger aber der, der hinter jener ein immer wechselndes Antlitz zeigenden Schale den Kern nicht ahnt allein, sondern schon fühlen kann.

Kleiner Leitfaden zur praktischen Physik. Von Dr. **Friedrich Kohlrausch.** 2., vermehrte Auflage. Mit zahlreichen Figuren im Text. In Leinw. geb. *M.* 4.—

Aus dem Vorwort. Das vorliegende Buch, ein Auszug aus dem Lehrbuch des Verfassers, ist für den Anfänger bestimmt, und zwar besonders für den, welcher nicht die Absicht hat, über den Anfang hinaus praktisch physikalisch zu arbeiten. Darum war eine gewisse Beschränkung des Inhaltes geboten. Ausgelassen ist z. B. die Methode der kleinsten Quadrate. Technisch-physikalische Anweisungen werden nur zerstreut da gegeben, wo sie von dem Praktikanten selbst gebraucht werden. Die Darstellung des sogenannten „absoluten" oder CGS-Maßsystems ist gekürzt im Eingange vorhanden. Von den einzelnen Meßmethoden sind solche weggelassen worden, die durch theoretische oder praktische Schwierigkeiten, wie auch solche, die durch ihre Hilfsmittel sich in dem gewöhnlichen Praktikum verbieten. Die zweite Auflage ist, außer durch eine Anzahl hinzugekommener Aufgaben und Figuren, vor allem in dem Teile des Textes wesentlich verstärkt und übersichtlicher gestaltet worden, welcher das innere Verständnis der Aufgaben erleichtern und die Einsicht in das Gebiet, dem sie angehören, fördern soll.

Die Stimmgabel, ihre Schwingungsgesetze und Anwendungen in der Physik. Eine auf fremden Untersuchungen fußende Monographie. Von **Dr. Ernst Kielhauser,** Privatdozent an der Universität Graz. Mit 94 Textfiguren. In Leinw. geb. *M.* 6.—

In dem für weitere Kreise berechneten Buche hat der Verfasser zunächst die Schwingungsform der Stimmgabel einer eingehenden Betrachtung unterzogen. Daran reihen sich Ausführungen über die Obertöne von Stimmgabeln, über die Einrichtung und Wirkungsweise elektromagnetisch betriebener Gabeln u. a. m. Den zweiten Abschnitt des Buches bilden die Erörterungen der wichtigsten Methoden, die zur Bestimmung der Schwingungszahlen von Stimmgabeln herangezogen wurden; der dritte Abschnitt hat die Beziehungen zwischen Tonhöhe und Amplitude, zwischen Tonhöhe und elektromagnetischer Anregung u. s. f. zum Gegenstande. Der abschließende vierte Abschnitt beschäftigt sich mit den wichtigsten Anwendungen der Stimmgabel wie zur Zeitmessung, zur Klangsynthese und zur Demonstration stehender Schwingungen nach Melde. In ausreichendem Maße fand auch das historische Moment Berücksichtigung. Der mathematischen Zeichensprache ist, damit die Monographie auch für den Laien verständlich bleibt, ein ganz geringes Feld eingeräumt. Die durch zahlreiche Figuren unterstützte Darstellung ist einfach gehalten und die akustischen Lehren sind nur soweit es nötig war herangezogen. Dadurch hofft der Verfasser den weitesten Kreisen entgegengekommen zu sein, jedoch nicht ohne daß auch der Fachmann manches für ihn Wertvolle fände. Es dürfte das Büchlein insofern auch eine Bereicherung der Literatur bedeuten, als es bis heute weder in deutscher noch in einer fremden Sprache eine zusammenfassende Darstellung der Schwingungsgesetze einer Stimmgabel und ihrer Anwendungen gibt.

Das Feuerzeug. Von Ch. M. Tidy. Drei Vorträge vor jugendlichen Zuhörern. Nach dem englischen Original bearbeitet von P. Pfannenschmidt. Mit 40 Figuren im Text. In Leinwand gebunden *M.* 2.—

„Lieber junger Leser! Es ist einer der fesselndsten Abschnitte aus der Kulturgeschichte der Menschheit, den dieses Büchlein behandelt. Es enthält Vorträge über das „Feuerzeug", die ein großer englischer Gelehrter seiner Zeit vor einer jugendlichen Zuhörerschaft gehalten hat. Das Büchlein erzählt davon, wieviel Scharfsinn im Laufe der Jahrhunderte darauf verwandt worden ist, die Herrschaft des Menschen über Feuer und Licht mehr und mehr zu befestigen, so daß sie ihm immer sicherer, immer besser zu Diensten waren. Dazu aber stellen die Vorträge in helles Licht, wie auch die Entwickelung der Feuererzeugung, „des Feuerzeugs", aufs engste verknüpft ist mit der Ausbreitung der menschlichen Erkenntnis überhaupt. Einfachste Versuche oft führen zu bedeutsamen, weittragenden Schlüssen, die wieder zu neuen Versuchen Veranlassung geben; so gewähren diese Darbietungen einen lichtvollen Einblick in die Art und Weise naturwissenschaftlicher Forschung. Besonders wird das Büchlein Dir dadurch Spaß machen, daß Du viele der beschriebenen Experimente selbst ausführen kannst."

Chemisches Experimentierbuch für Knaben. Von Prof. Dr. Karl Scheid, approb. Chemiker. Mit 78 Abbildungen im Text. In Leinwand gebunden *M.* 2.80.

„. . . Ein vortreffliches Buch, das uns lange gefehlt hat . . . Der Knabe, welcher das Buch durchgearbeitet, hat nicht nur eine Menge chemischer Tatsachen und Naturgesetze, er hat auch einen Einblick in die Quellen des Volkswohlstandes und in das Sein und Werden der Naturkörper erhalten. Wir gestehen, daß uns seit langer Zeit kein Buch in die Hand gekommen ist, das seine Aufgabe in so geschickter, gründlicher und fesselnder Weise gelöst hat . . ."

(Zeitschrift für Lehrmittelwesen und pädagogische Literatur.)

Amerika (s. a. Schulwesen). Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben. Von Prof. J. Laurence Laughlin. Mit 9 graph. Darstellungen. (Nr. 127.)

Ein Amerikaner behandelt für deutsche Leser die Fragen, die augenblicklich im Vordergrunde des öffentlichen Lebens in Amerika stehen, den Wettbewerb zwischen den Vereinigten Staaten und Europa — Schutzzoll und Reziprozität in den Vereinigten Staaten — Die Arbeiterfrage in den Vereinigten Staaten — Die amerikanische Trustfrage — Die Eisenbahnfrage in den Vereinigten Staaten — Die Bankfrage in den Vereinigten Staaten — Die herrschenden volkswirtschaftlichen Ideen in den Vereinigten Staaten.

——— Geschichte der Vereinigten Staaten von Amerika. Von Dr. E. Daenell. (Nr. 147.)

Gibt in großen Zügen eine übersichtliche Darstellung der geschichtlichen, kulturgeschichtlichen und wirtschaftlichen Entwicklung der Vereinigten Staaten von den ersten Kolonisationsversuchen bis zur jüngsten Gegenwart mit besonderer Berücksichtigung der verschiedenen politischen, ethnographischen, sozialen und wirtschaftlichen Probleme, die zur Zeit die Amerikaner besonders bewegen.

Anthropologie s. Mensch.

Arbeiterschutz. Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung. Von weil. Professor Dr. O. v. Zwiedineck-Südenhorst. (Nr. 78.)

Das Buch bietet eine gedrängte Darstellung des gemeiniglich unter dem Titel „Arbeiterfrage“ behandelten Stoffes; insbesondere treten die Fragen der Notwendigkeit, Zweckmäßigkeit und der ökonomischen Begrenzung der einzelnen Schutzmaßnahmen und Versicherungseinrichtungen in den Vordergrund.

Arithmetik und Algebra (s. a. Mathematische Spiele) zum Selbstunterricht. Von Professor Dr. P. Crantz. I. Teil: Die Rechnungsarten. Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten. Gleichungen zweiten Grades. Mit 9 Figuren im Text. (Nr. 120.)

Will in leicht faßlicher und für das Selbststudium geeigneter Darstellung über die Anfangsgründe der Arithmetik und Algebra unterrichten und behandelt die sieben Rechnungsarten, die Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten und die Gleichungen zweiten Grades mit einer Unbekannten, wobei auch die Logarithmen so ausführlich behandelt sind, daß jemand an der Hand des Buches sich auch vollständig mit dem Gebrauche der Logarithmentafeln vertraut machen kann.

Astronomie (s. a. Kalender; Mond; Weltall). Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit. Von Professor Dr. S. Oppenheim. Mit 24 Abbildungen im Text. (Nr. 110.)

Schildert den Kampf der beiden hauptsächlichsten „Weltbilder“, des die Erde und des die Sonne als Mittelpunkt betrachtenden, der einen bedeutungsvollen Abschnitt in der Kulturgeschichte der Menschheit bildet, wie er schon im Altertum bei den Griechen entstanden ist, anderthalb Jahrtausende später zu Beginn der Neuzeit durch Kopernikus von neuem aufgenommen wurde und da erst mit einem Siege des heliozentrischen Systems schloß.

Atome s. Moleküle.

Auge. Das Auge des Menschen und seine Gesundheitspflege. Von Privatdozent Dr. med. Georg Abelsdorff. Mit 15 Abb. im Text. (Nr. 149.)

Schildert die Anatomie des menschlichen Auges sowie die Leistungen des Gesichtsinnes, besonders soweit sie außer dem medizinischen ein allgemein wissenschaftliches oder ästhetisches Interesse beanspruchen können, und behandelt die Gesundheitspflege (Hygiene) des Auges, besonders Schädigungen, Erkrankungen und Verletzungen des Auges, Kurzsichtigkeit und erhebliche Augenkrankheiten, sowie die künstliche Beleuchtung.

Automobil. Das Automobil. Eine Einführung in Bau und Betrieb des modernen Kraftwagens. Von Ing. Karl Blau. Mit 83 Abb. (Nr. 166.)

Gibt in gedrängter Darstellung und leichtfaßlicher Form einen anschaulichen Überblick über das Gesamtgebiet des modernen Automobilismus, so daß sich auch der Nichttechniker mit den Grundprinzipien rasch vertraut machen kann, und behandelt das Benzinautomobil, das Elektromobil und das Dampfautomobil nach ihren Kraftquellen und sonstigen technischen Einrichtungen, wie Zündung, Kühlung, Bremsen, Stundung, Bereifung usw.

Baukunst (s. a. Städtebilder). Deutsche Baukunst im Mittelalter. Von Professor Dr. A. Matthaei. 2. Auflage. Mit Abbildungen im Text und auf 2 Doppeltafeln. (Nr. 8.)

Der Verfasser will mit der Darstellung der Entwicklung der deutschen Baukunst des Mittelalters zugleich über das Wesen der Baukunst als Kunst aufklären, indem er zeigt, wie sich im Verlauf der Entwicklung die Raumvorstellung klärt und vertieft, wie das technische Können wächst und die praktischen Aufgaben sich erweitern, wie die romanische Kunst geschaffen und zur Gotik weiter entwickelt wird.

Beethoven s. Musik.

Befruchtungsvorgang. Der Befruchtungsvorgang, sein Wesen und seine Bedeutung. Von Dr. Ernst Teichmann. Mit 7 Abbildungen im Text und 4 Doppeltafeln. (Nr. 70.)

Will die Ergebnisse der modernen Forschung, die sich mit dem Befruchtungsproblem befaßt, darstellen. Ei und Samen, ihre Genese, ihre Reifung und ihre Vereinigung werden behandelt, im Chromatin die materielle Grundlage der Vererbung aufgezeigt und als die Bedeutung des Befruchtungsvorgangs eine Mischung der Qualität zweier Individuen.

Beleuchtungsarten. Die Beleuchtungsarten der Gegenwart. Von Dr. phil. Wilhelm Brüsch. Mit 155 Abbildungen im Text. (Nr. 108.)

Gibt einen Überblick über ein gewaltiges Arbeitsfeld deutscher Technik und Wissenschaft, indem die technischen und wissenschaftlichen Bedingungen für die Herstellung einer wirtschaftlichen Lichtquelle und die Methoden für die Beurteilung ihres wirklichen Wertes für den Verbraucher, die einzelnen Beleuchtungsarten sowohl hinsichtlich ihrer physikalischen und chemischen Grundlagen als auch ihrer Technik und Herstellung behandelt werden.

Bevölkerungslehre. Von Professor Dr. M. Haushofer. (Nr. 50.)

Will in gedrängter Form das Wesentliche der Bevölkerungslehre geben über Ermittlung der Volkszahl, über Gliederung und Bewegung der Bevölkerung, Verhältnis der Bevölkerung zum bewohnten Boden und die Ziele der Bevölkerungspolitik.

Bibel (s. a. Jesus; Religion). Der Text des Neuen Testaments nach seiner geschichtlichen Entwicklung. Von Div.-Pfarrer A. Pott. Mit 8 Tafeln. (Nr. 134.)

Will in die das allgemeine Interesse an der Textkritik bekundende Frage: „Ist der ursprüngliche Text des Neuen Testamentes überhaupt noch herzustellen?“ durch die Erörterung der Verschiedenheiten des Luthertextes (des früheren, revidierten und durchgesehenen) und seines Verhältnisses zum heutigen (deutschen) „berichtigten“ Text, einführen, den „ältesten Spuren des Textes“ nachgehen, eine „Einführung in die Handschriften“ wie die „ältesten Übersetzungen“ geben und in „Theorie und Praxis“ zeigen, wie der Text berichtigt und rekonstruiert wird.

Bildungswesen (s. a. Schulwesen). Das deutsche Bildungswesen in seiner geschichtlichen Entwickelung. Von Prof. Dr. Friedrich Paulsen. (Nr. 100.)

Auf beschränktem Raum löst der Verfasser die schwierige Aufgabe, indem er das Bildungswesen stets im Rahmen der allgemeinen Kulturbewegung darstellt, so daß die gesamte Kulturentwicklung unseres Volkes in der Darstellung seines Bildungswesens wie in einem verkleinerten Spiegelbild zur Erscheinung kommt. So wird aus dem Büchlein nicht nur für die Erkenntnis der Vergangenheit, sondern auch für die Forderungen der Zukunft reiche Frucht erwachsen.

Biologie s. Abstammungslehre; Ameisen; Befruchtungsvorgang; Leben; Meeresforschung; Pflanzen; Plankton; Tierleben.

Botanik s. Obstbau; Pflanzen; Wald.

Buchwesen s. Illustrationskunst; Schriftwesen.

Buddha. Leben und Lehre des Buddha. Von Professor Dr. Richard Pischel. Mit 1 Tafel. (Nr. 109.)
Gibt nach einer Übersicht über die Zustände Indiens zur Zeit des Buddha eine Darstellung des Lebens des Buddha, seiner Stellung zu Staat und Kirche, seiner Lehrweise, sowie seiner Lehre, seiner Ethik und der weiteren Entwicklung des Buddhismus.

Chemie (s. a. Haushalt; Metalle). Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus dem Gebiete der Experimental-Chemie. Von Professor Dr. R. Blochmann. 2. Auflage. Mit zahlreichen Abb. im Text. (Nr. 5.)
Führt unter besonderer Berücksichtigung der alltäglichen Erscheinungen des praktischen Lebens in das Verständnis der chemischen Erscheinungen ein und zeigt die praktische Bedeutung desselben für unser Wohlergehen.

Christentum (s. a. Bibel; Jesus; Religion). Aus der Werdezeit des Christentums. Studien und Charakteristiken. Von Prof. Dr. J. Geffcken. (Nr. 54.)
Gibt durch eine Reihe von Bildern eine Vorstellung von der Stimmung im alten Christentum und von seiner inneren Kraft und verschafft so ein Verständnis für die ungeheure und vielseitige welthistorische kultur- und religionsgeschichtliche Bewegung.

Dampf und Dampfmaschine. Von Professor Dr. R. Vater. Mit 44 Abbildungen. (Nr. 63.)
Schildert die inneren Vorgänge im Dampfkessel und namentlich im Zylinder der Dampfmaschine, um so ein richtiges Verständnis des Wesens der Dampfmaschine und der in der Dampfmaschine sich abspielenden Vorgänge zu ermöglichen.

Darwinismus s. Abstammungslehre.

Deutschland s. Kolonien; Volksstämme; Wirtschaftsgeschichte.

Drama (s. a. Theater). Das deutsche Drama des neunzehnten Jahrhunderts. In seiner Entwicklung dargestellt von Professor Dr. G. Witkowski. 2. Auflage. Mit einem Bildnis Hebbels. (Nr. 51.)
Sucht in erster Linie auf historischem Wege das Verständnis des Dramas der Gegenwart anzubahnen und berücksichtigt die drei Faktoren, deren jeweilige Beschaffenheit die Gestaltung des Dramas bedingt: Kunstanschauung, Schauspielkunst und Publikum.

Dürer. Albrecht Dürer. Von Dr. Rudolf Wustmann. Mit 33 Abbildungen im Text. (Nr. 97.)
Eine schlichte und knappe Erzählung des gewaltigen menschlichen und künstlerischen Entwicklungsganges Albrecht Dürers und eine Darstellung seiner Kunst, in der nacheinander seine Selbst- und Angehörigenbildnisse, die Zeichnungen zur Apokalypse, die Darstellungen von Mann und Weib, das Marienleben, die Stiftungsgemälde, die Radierungen von Rittertum, Trauer und Heiligkeit sowie die wichtigsten Werke aus der Zeit der Reife behandelt werden.

Ehe und Eherecht. Von Professor Dr. Ludwig Wahrmund. (Nr. 115.)
Schildert in gedrängter Fassung die historische Entwicklung des Ehebegriffes von den orientalischen und klassischen Völkern an nach seiner natürlichen, sittlichen und rechtlichen Seite und untersucht das Verhältnis von Staat und Kirche auf dem Gebiete des Eherechtes, behandelt darüber hinaus aber auch alle jene Fragen über die rechtliche Stellung der Frau und besonders der Mutter, die immer lebhafter die öffentliche Meinung beschäftigen.

Eisenbahnen (s. a. Technik; Verkehrsentwicklung). Die Eisenbahnen, ihre Entstehung und gegenwärtige Verbreitung. Von Professor Dr. F. Hahn. Mit zahlreichen Abbildungen im Text und einer Doppeltafel. (Nr. 71.)

Nach einem Rückblick auf die frühesten Zeiten des Eisenbahnbaues führt der Verfasser die Eisenbahn im allgemeinen nach ihren Hauptmerkmalen vor. Der Bau des Bahnkörpers, der Tunnel, die großen Brückenbauten, sowie der Betrieb selbst werden besprochen, schließlich ein Überblick über die geographische Verbreitung der Eisenbahnen gegeben.

——— Die technische Entwicklung der Eisenbahnen der Gegenwart. Von Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor E. Biedermann. Mit zahlreichen Abbildungen im Text. (Nr. 144.)

Nach einem geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Eisenbahnen werden die wichtigsten Gebiete der modernen Eisenbahntechnik behandelt, der Oberbau, Entwicklung und Umfang der Spurbahnnetze in den verschiedenen Ländern, die Geschichte des Lokomotivenwesens bis zur Ausbildung der Heißdampflokomotiven einerseits und des elektrischen Betriebes andererseits, sowie der Sicherung des Betriebes durch Stellwerks- und Blockanlagen.

Eisenhüttenwesen. Das Eisenhüttenwesen. Erläutert in acht Vorträgen von Geh. Bergrat Professor Dr. H. Wedding. 2. Auflage. Mit 12 Figuren im Text. (Nr. 20.)

Schildert in gemeinfaßlicher Weise, wie Eisen, das unentbehrlichste Metall, erzeugt und in seine Gebrauchsformen gebracht wird. Besonders wird der Hochofenprozeß nach seinen chemischen, physikalischen und geologischen Grundlagen geschildert, die Erzeugung der verschiedenen Eisenarten und die dabei in Betracht kommenden Prozesse erörtert.

Elektrotechnik (s. a. Funkentelegraphie). Grundlagen der Elektrotechnik. Von Dr. Rud. Blochmann. Mit zahlreichen Abb. im Text. (Nr. 168.)

Eine durch lehrreiche Abbildungen unterstützte Darstellung der elektrischen Erscheinungen, ihrer Grundgesetze und ihrer Beziehungen zum Magnetismus, sowie eine Einführung in das Verständnis der zahlreichen praktischen Anwendungen der Elektrizität in den Maschinen zur Krafterzeugung, wie in der elektrischen Beleuchtung und in der Chemie.

Entdeckungen (s. a. Polarforschung). Das Zeitalter der Entdeckungen. Von Professor Dr. S. Günther. 2. Auflage. Mit einer Weltkarte. (Nr. 26.)

Mit lebendiger Darstellungsweise sind hier die großen weltbewegenden Ereignisse der geographischen Renaissancezeit ansprechend geschildert, von der Begründung der portugiesischen Kolonialherrschaft und den Fahrten des Columbus an bis zu dem Hervortreten der französischen, britischen und holländischen Seefahrer.

Erde (s. a. Mensch und Erde; Wirtschaftsgeschichte). Aus der Vorzeit der Erde. Vorträge über allgemeine Geologie. Von Professor Dr. Fr. Frech. Mit 49 Abbildungen im Text und auf 5 Doppeltafeln. (Nr. 61.)

Erörtert die interessantesten und praktisch wichtigsten Probleme der Geologie: die Tätigkeit der Vulkane, das Klima der Vorzeit, Gebirgsbildung, Korallenriffe, Talbildung und Erosion, Wildbäche und Wildbachverbauung.

Erfindungswesen s. Gewerbe.

Ernährung (s. a. Alkoholismus; Haushalt; Kaffee; Säugling). Ernährung und Volksnahrungsmittel. Sechs Vorträge von weil. Professor Dr. Johannes Frentzel. Mit 6 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. (Nr. 19.)

Gibt einen Überblick über die gesamte Ernährungslehre. Durch Erörterung der grundlegenden Begriffe werden die Zubereitung der Nahrung und der Verdauungsapparat besprochen und endlich die Herstellung der einzelnen Nahrungsmittel, insbesondere auch der Konserven behandelt.

Erziehung. (s. a. Jugendfürsorge; Knabenhandarbeit; Pädagogik). Moderne Erziehung in Haus und Schule. Vorträge in der Humboldt-Akademie zu Berlin. Von J. Tews. (Nr. 159.)

Betrachtet die Erziehung als Sache nicht eines einzelnen Berufes, sondern der gesamten gegenwärtigen Generation, zeichnet scharf die Schattenseiten der modernen Erziehung und zeigt Mittel und Wege für eine allseitige Durchdringung des Erziehungsproblems. In diesem Sinne werden die wichtigsten Erziehungsfragen behandelt: Die Familie und ihre pädagogischen Mängel, der Lebensmorgen des modernen Kindes, Bureaukratie und Schematismus, Persönlichkeitspädagogik, Zucht und Zuchtmittel, die religiöse Frage, gemeinsame Erziehung der Geschlechter, die Armen am Geiste, Erziehung der reiferen Jugend usw.

Farben s. Licht.

Frauenarbeit. Die Frauenarbeit, ein Problem des Kapitalismus. Von Privatdozent Dr. Robert Wilbrandt. (Nr. 106.)

Das Thema wird als ein brennendes Problem behandelt, das uns durch den Kapitalismus aufgegeben worden ist, und behandelt von dem Verhältnis von Beruf und Mutterschaft aus, als dem zentralen Problem der ganzen Frage, die Ursachen der niedrigen Bezahlung der weiblichen Arbeit, die daraus entstehenden Schwierigkeiten in der Konkurrenz der Frauen mit den Männern, den Gegensatz von Arbeiterinnenschutz und Befreiung der weiblichen Arbeit.

Frauenbewegung. Die moderne Frauenbewegung. Von Dr. Käthe Schirmacher. (Nr. 67.)

Gibt einen Überblick über die Haupttatsachen der modernen Frauenbewegung in allen Ländern und schildert eingehend die Bestrebungen der modernen Frau auf dem Gebiet der Bildung, der Arbeit, der Sittlichkeit, der Soziologie und Politik.

Frauenkrankheiten. Gesundheitslehre für Frauen. Von Privatdozent Dr. R. Sticher. Mit 13 Abbildungen im Text. (Nr. 171.)

Eine Gesundheitslehre für Frauen, die über die Anlage des weiblichen Organismus und seine Pflege unterrichtet, zeigt, wie diese bereits im Kindesalter beginnen muß, welche Bedeutung die allgemeine körperliche und geistige Hygiene insbesondere in der Zeit der Entwickelung hat, um sich dann eingehend mit dem Beruf der Frau als Gattin und Mutter zu beschäftigen.

Frauenleben. Deutsches Frauenleben im Wandel der Jahrhunderte. Von Direktor Dr. Ed. Otto. Mit 25 Abbildungen. (Nr. 45.)

Gibt ein Bild des deutschen Frauenlebens von der Urzeit bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts, von Denken und Fühlen, Stellung und Wirksamkeit der deutschen Frau, wie sie sich im Wandel der Jahrhunderte darstellen.

Friedensbewegung (s. a. Recht). Die moderne Friedensbewegung. Von Alfred H. Fried. (Nr. 157.)

Entwickelt das Wesen und die Ziele der Friedensbewegung, gibt dann eine Darstellung der Schiedsgerichtsbarkeit in ihrer Entwicklung und gegenwärtigem Umfang mit besonderer Berücksichtigung der hohen Bedeutung der Haager Friedenskonferenz, beschäftigt sich hierauf mit dem Abrüstungsproblem und gibt zum Schluß einen eingehenden Überblick über die Geschichte der Friedensbewegungen und eine chronologische Darstellung der für sie bedeutsamen Ereignisse.

Friedrich Fröbel. Sein Leben und sein Wirken. Von Adele von Portugall. (Nr. 82.)

Lehrt die grundlegenden Gedanken der Methode Fröbels kennen und gibt einen Überblick seiner wichtigsten Schriften mit Betonung aller jener Kernaussprüche, die treuen und oft ratlosen Müttern als Wegweiser in Ausübung ihres hehrsten und heiligsten Berufes dienen können.

Funkentelegraphie. Die Funkentelegraphie. Von Ober-Postpraktikant H. Thurn. Mit 50 Illustrationen. (Nr. 167.)

Nach einer Übersicht über die elektrischen Vorgänge bei der Funkentelegraphie und einer eingehenden Darstellung des Systems Telefunken werden die für die verschiedenen Anwendungsgebiete erforderlichen einzelnen Konstruktionstypen vorgeführt, (Schiffsstationen, Landstationen, Militärstationen und solche für den Eisenbahndienst), wobei nach dem neuesten Stand von Wissenschaft und Technik in jüngster Zeit ausgeführte Anlagen beschrieben werden. Danach wird der Einfluß der Funkentelegraphie auf Wirtschaftsverkehr und das Wirtschaftsleben (im Handels- und Kriegsseeverkehr, für den Heeresdienst, für den Wetterdienst usw.) sowie im Anschluß daran die Regelung der Funkentelegraphie im deutschen und internationalen Verkehr erörtert.

Fürsorgewesen s. Jugendfürsorge.

Fürstentum. Deutsches Fürstentum und deutsches Verfassungswesen. Von Professor Dr. E. Hubrich. (Nr. 80.)

Der Verfasser zeigt in großen Umrissen den Weg, auf dem deutsches Fürstentum und deutsche Volksfreiheit zu dem in der Gegenwart geltenden wechselseitigen Ausgleich gelangt sind, unter besonderer Berücksichtigung der preußischen Verfassungsverhältnisse. Nach kürzerer Beleuchtung der älteren Verfassungspartie schildert der Verfasser die Begründung des fürstlichen Absolutismus und demgegenüber das Erwachen, Fortschreiten und Siegen des modernen Konstitutionalismus.

Gasmaschinen s. Wärmekraftmaschinen.

Geisteskrankheiten. Von Anstaltsoberarzt Dr. Georg Ilberg. (Nr. 151.)

Erörtert das Wesen der Geisteskrankheiten und an eingehend zur Darstellung gelangenden Beispielen die wichtigsten Formen geistiger Erkrankung, um so ihre Kenntnis zu fördern, die richtige Beurteilung der Zeichen geistiger Erkrankung und damit eine rechtzeitige verständnisvolle Behandlung derselben zu ermöglichen.

Geographie s. Entdeckungen; Japan; Kolonien; Mensch; Palästina; Polarforschung; Städte; Volksstämme; Wirtschaftsleben.

Geologie s. Erde.

Germanen. Germanische Kultur in der Urzeit. Von Dr. G. Steinhausen. Mit 17 Abbildungen. (Nr. 75.)

Das Büchlein beruht auf eingehender Quellenforschung und gibt in fesselnder Darstellung einen Überblick über germanisches Leben von der Urzeit bis zur Berührung der Germanen mit der römischen Kultur.

——— Germanische Mythologie. Von Dr. Julius von Negelein. (Nr. 95.)

Der Verfasser gibt ein Bild germanischen Glaubenslebens, indem er die Äußerungen religiösen Lebens namentlich auch im Kultus und in den Gebräuchen des Aberglaubens aufsucht, sich überall bestrebt, das zugrunde liegende psychologische Motiv zu entdecken, die verwirrende Fülle mythischer Tatsachen und einzelner Namen aber demgegenüber zurücktreten läßt.

Geschichte (s. a. Amerika; Bildungswesen; Entdeckungen; Frauenleben; Fürstentum; Germanen; Japan; Jesuiten; Ingenieurtechnik; Kalender; Kriegswesen; Kultur; Kunstgeschichte; Literaturgeschichte; Luther; Münze; Musik; Palästina; Pompeji; Rom; Schulwesen; Städtewesen; Volksstämme; Welthandel; Wirtschaftsgeschichte).

Geschichte. Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrhundert. Von Professor Dr. K. Th. Heigel. (Nr. 129.)
Bietet eine knappe Darstellung der wichtigsten politischen Ereignisse vom Ausbruche der französischen Revolution bis zum Ausgang des 19. Jahrhunderts, womit eine Schilderung der politischen Ideen Hand in Hand geht und wobei überall Ursache und Folge, d. h. der innere Zusammenhang der einzelnen Vorgänge, dargelegt, auch Sinnesart und Taten wenigstens der einflußreichsten Persönlichkeiten gewürdigt werden.

——— Von Luther zu Bismarck. 12 Charakterbilder aus deutscher Geschichte. Von Professor Dr. Ottokar Weber. 2 Bändchen. (Nr. 123. 124.)
Ein knappes und doch eindrucksvolles Bild der nationalen und kulturellen Entwickelung der Neuzeit, das aus den vier Jahrhunderten je drei Persönlichkeiten herausgreift, die bestimmend eingegriffen haben in den Werdegang deutscher Geschichte. Der große Reformator, Regenten großer und kleiner Staaten, Generale, Diplomaten kommen zu Wort. Was Martin Luther einst geträumt: ein nationales deutsches Kaiserreich, unter Bismarck steht es begründet da.

——— 1848. Sechs Vorträge von Professor Dr. Ottokar Weber. (Nr. 53.)
Bringt auf Grund des überreichen Materials in knapper Form eine Darstellung der wichtigen Ereignisse des Jahres 1848, dieser nahezu über ganz Europa verbreiteten großen Bewegung in ihrer bis zur Gegenwart reichenden Wirkung.

——— Restauration und Revolution. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Professor Dr. Richard Schwemer. (Nr. 37.)

——— Die Reaktion und die neue Ära. Skizzen zur Entwickelungsgeschichte der Gegenwart. Von Professor Dr. Richard Schwemer. (Nr. 101.)

——— Vom Bund zum Reich. Neue Skizzen zur Entwickelungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Professor Dr. Richard Schwemer. (Nr. 102.)
Die 3 Bändchen geben zusammen eine in Auffassung und Darstellung durchaus eigenartige Geschichte des deutschen Volkes im 19. Jahrhundert. „Restauration und Revolution" behandelt das Leben und Streben des deutschen Volkes in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, von dem ersten Aufleuchten des Gedankens des nationalen Staates bis zu dem tragischen Sturze in der Mitte des Jahrhunderts. „Die Reaktion und die neue Ära", beginnend mit der Zeit der Ermattung nach dem großen Aufschwung von 1848, stellt in den Mittelpunkt des Prinzen von Preußen und Otto von Bismarcks Schaffen. „Vom Bund zum Reich" zeigt uns Bismarck mit sicherer Hand die Grundlage des Reiches vorbereitend und dann immer entschiedener allem Geschehenen das Gepräge seines Geistes verleihend.

Gesundheitslehre (s. a. Alkoholismus; Ernährung; Frauenkrankheiten; Geisteskrankheiten; Haushalt; Heilwissenschaft; Krankenpflege; Leibesübungen; Mensch; Nervensystem; Säugling; Schulhygiene; Stimme; Tuberkulose). Acht Vorträge aus der Gesundheitslehre. Von Professor Dr. H. Buchner. 2. Auflage, besorgt von Professor Dr. M. Gruber. Mit zahlreichen Abbildungen im Text. (Nr. 1.)
In klarer und überaus fesselnder Darstellung unterrichtet der Verfasser über die äußeren Lebensbedingungen des Menschen, über das Verhältnis von Luft, Licht und Wärme zum menschlichen Körper, über Kleidung und Wohnung, Bodenverhältnisse und Wasserversorgung, die Krankheiten erzeugenden Pilze und die Infektionskrankheiten, kurz über wichtige Fragen der Hygiene.

Gewerbe. Der gewerbliche Rechtsschutz in Deutschland. Von Patentanwalt B. Tolksdorf. (Nr. 138.)
Nach einem allgemeinen Überblick über Entstehung und Entwicklung des gewerblichen Rechtsschutzes und einer Bestimmung der Begriffe Patent und Erfindung wird zunächst das deutsche

Patentrecht behandelt, wobei der Gegenstand des Patentes, der Patentberechtigte, das Verfahren in Patentsachen, die Rechte und Pflichten des Patentinhabers, das Erlöschen des Patentrechtes und die Verletzung und Anmaßung des Patentschutzes erörtert werden. Sodann wird das Muster- und Warenzeichenrecht dargestellt und dabei besonders Art und Gegenstand der Muster, ihre Nachbildung, Eintragung, Schutzdauer und Löschung klargelegt. Ein weiterer Abschnitt befaßt sich mit den internationalen Verträgen und dem Ausstellungsschutz. Zum Schlusse wird noch die Stellung der Patentanwälte besprochen.

Handfertigkeit s. Knabenhandarbeit.

Handwerk. Das deutsche Handwerk in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. Von Direktor Dr. Ed. Otto. 2. Aufl. Mit 27 Abb. auf 8 Tafeln. (Nr. 14.)

Eine Darstellung der Entwicklung des deutschen Handwerks bis in die neueste Zeit, der großen Umwälzung aller wirtschaftlichen Verhältnisse im Zeitalter der Eisenbahnen und Dampfmaschinen und der Handwerkerbewegungen des 19. Jahrhunderts, wie des älteren Handwerkslebens, seiner Sitten, Bräuche und Dichtung.

Haus (s. a. Kunst). Das deutsche Haus und sein Hausrat. Von Professor Dr. Rudolf Meringer. Mit 106 Abbildungen, darunter 85 von Professor A. von Schroetter. (Nr. 116.)

Das Buch will das Interesse an dem deutschen Haus, wie es geworden ist, fördern; mit zahlreichen künstlerischen Illustrationen ausgestattet, behandelt es nach dem „Herdhaus" das oberdeutsche Haus, führt dann anschaulich die Einrichtung der für dieses charakteristischen Stube, den Ofen, den Tisch, das Eßgerät vor und gibt einen Überblick über die Herkunft von Haus und Hausrat.

——— Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses. Von Regierungsbaumeister a. D. Chr. Ranck. Mit 70 Abbildungen. (Nr. 121.)

Der Verfasser führt den Leser in das Haus des germanischen Landwirtes und zeigt dessen Entwicklung, wendet sich dann dem Hause der skandinavischen Bauern zu, um hierauf die Entwicklung des deutschen Bauernhauses während des Mittelalters darzustellen und mit einer Schilderung der heutigen Form des deutschen Bauernhauses zu schließen.

Haushalt (s. a. Kaffee). Die Naturwissenschaften im Haushalt. Von Dr. J. Bongardt. 2 Bändchen. (Nr. 125. 126.)

I. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für die Gesundheit der Familie? Mit 31 Abbildungen.
II. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für gute Nahrung? Mit 17 Abbildungen.

Selbst gebildete Hausfrauen können sich Fragen nicht beantworten wie die, weshalb sie z. B. kondensierte Milch auch in der heißen Zeit in offenen Gefäßen aufbewahren können, weshalb sie hartem Wasser Soda zusetzen, weshalb Obst im kupfernen Kessel nicht erkalten soll. Da soll hier an der Hand einfacher Beispiele, unterstützt durch Experimente und Abbildungen, das naturwissenschaftliche Denken der Leserinnen so geschult werden, daß sie befähigt werden, auch solche Fragen selbst zu beantworten, die das Buch unberücksichtigt läßt.

——— Chemie in Küche und Haus. Von Professor Dr. G. Abel. Mit Abbildungen im Text und einer mehrfarbigen Doppeltafel. (Nr. 76.)

Das Bändchen will Gelegenheit bieten, die in Küche und Haus täglich sich vollziehenden chemischen und physikalischen Prozesse richtig zu beobachten und nutzbringend zu verwerten. So wird Heizung und Beleuchtung, vor allem aber die Ernährung erörtert, werden tierische und pflanzliche Nahrungsmittel, Genußmittel und Getränke behandelt.

Haydn s. Musik.

Heilwissenschaft (s. a. Auge; Geisteskrankheiten; Gesundheitslehre; Krankenpflege; Säugling). Die moderne Heilwissenschaft. Wesen u. Grenzen des ärztlichen Wissens. Von Dr. E. Biernacki. Deutsch von Badearzt Dr. S. Ebel. (Nr. 25.)

Will in den Inhalt des ärztlichen Wissens und Könnens von einem allgemeineren Standpunkte aus einführen, indem die geschichtliche Entwicklung der medizinischen Grundbegriffe, die Leistungsfähigkeit und die Fortschritte der modernen Heilkunst, die Beziehungen zwischen der Diagnose und der Behandlung der Krankheit, sowie die Grenzen der modernen Diagnostik behandelt werden.

——— Der Aberglaube in der Medizin und seine Gefahr für Gesundheit und Leben. Von Professor Dr. D. von Hansemann. (Nr. 83.)

Behandelt alle menschlichen Verhältnisse, die in irgend einer Beziehung zu Leben und Gesundheit stehen, besonders mit Rücksicht auf viele schädliche Aberglauben, die geeignet sind, Krankheiten zu fördern, die Gesundheit herabzusetzen und auch in moralischer Beziehung zu schädigen.

Herbarts Lehren und Leben. Von Pastor O. Flügel. (Nr. 164.)

Herbarts Lehre zu kennen, ist für den Philosophen wie für den Pädagogen gleich wichtig. Aber seine eigenartige Terminologie und Deduktionsweise erschwert das Einleben in seine Gedankengefilde. Flügel übernimmt es mit musterhaftem Geschick, der Interpret des Meisters zu sein, dessen Werdegang zu prüfen, seine Philosophie und Pädagogik gemeinverständlich darzustellen.

Hilfsschulwesen (s. a. Geisteskrankheiten; Jugendfürsorge). Vom Hilfsschulwesen. Von Rektor Dr. B. Maennel. (Nr. 73.)

Es wird in kurzen Zügen eine Theorie und Praxis der Hilfsschulpädagogik gegeben. An Hand der vorhandenen Literatur und auf Grund von Erfahrungen wird nicht allein zusammengeteilt, was bereits geleistet worden ist, sondern auch hervorgehoben, was noch der Entwicklung und Bearbeitung harrt.

Japan (s. a. Kunst). Die Japaner und ihre wirtschaftliche Entwicklung. Von Professor Dr. K. Rathgen. (Nr. 72.)

Vermag auf Grund eigener langjähriger Erfahrung ein wirkliches Verständnis der merkwürdigen und für uns wirtschaftlich so wichtigen Erscheinung der fabelhaften Entwicklung Japans zu eröffnen.

Jesuiten. Die Jesuiten. Eine historische Skizze von Professor Dr. H. Boehmer. (Nr. 49.)

Ein Büchlein nicht für oder gegen, sondern über die Jesuiten, also der Versuch einer gerechten Würdigung des vielgenannten Ordens, das nicht nur von der sogenannten Jesuitenmoral oder von der Ordensverfassung, sondern auch von der Jesuitenschule, von den Leistungen des Ordens auf dem Gebiete der geistigen Kultur, von dem Jesuitenstaate usw. handelt.

Jesus (s. a. Bibel; Christentum; Religion). Die Gleichnisse Jesu. Zugleich Anleitung zu einem quellenmäßigen Verständnis der Evangelien. Von Lic. Professor Dr. H. Weinel. 2. Auflage. (Nr. 46.)

Will gegenüber kirchlicher und nichtkirchlicher Allegorisierung der Gleichnisse Jesu mit ihrer richtigen, wörtlichen Auffassung bekannt machen und verbindet damit eine Einführung in die Arbeit der modernen Theologie.

——— Jesus und seine Zeitgenossen. Von Pastor K. Bonhoff. (Nr. 89.)

Die ganze Herbheit und köstliche Frische des Volkskindes, die hinreißende Hochherzigkeit und prophetische Überlegenheit des genialen Volksmannes, die reife Weisheit des Jüngerbildners und die religiöse Tiefe und Weite des Evangeliumverkünders von Nazareth wird erst empfunden, wenn man ihn in seinem Verkehr mit den ihn umgebenden Menschengestalten, Volks- und Parteigruppen zu verstehen sucht, wie es dieses Büchlein tun will.

Jesus. Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu. Von Pfarrer Dr. Paul Mehlhorn. (Nr. 137.)

Will zeigen, was von dem im Neuen Testament uns überlieferten Leben Jesu als wirklicher Tatbestand festzuhalten, was als Sage oder Dichtung zu betrachten ist, durch Darlegung der Grundsätze, nach denen die Scheidung des geschichtlich Glaubwürdigen und der es umrankenden Phantasiegebilde vorzunehmen ist und durch Vollziehung der so gekennzeichneten Art chemischer Analyse an den wichtigsten Stoffen des „Lebens Jesu".

Illustrationskunst. Die deutsche Illustration. Von Professor Dr. Rudolf Kautzsch. Mit 35 Abbildungen. (Nr. 44.)

Behandelt ein besonders wichtiges und besonders lehrreiches Gebiet der Kunst und leistet zugleich, indem es an der Hand der Geschichte das Charakteristische der Illustration als Kunst zu erforschen sucht, ein gut Stück „Kunsterziehung".

Ingenieurtechnik. Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit. Von Baurat Kurt Merckel. 2. Auflage. Mit 55 Abbildungen im Text und auf Tafeln. (Nr. 28.)

Führt eine Reihe hervorragender und interessanter Ingenieurbauten nach ihrer technischen und wirtschaftlichen Bedeutung vor: die Gebirgsbahnen, die Bergbahnen, und als deren Vorläufer die bedeutenden Gebirgsstraßen der Schweiz und Tirols, die großen Eisenbahnverbindungen in Asien, endlich die modernen Kanal- und Hafenbauten.

——— Bilder aus der Ingenieurtechnik. Von Baurat Kurt Merckel. Mit 43 Abbildungen im Text und auf einer Doppeltafel. (Nr. 60.)

Zeigt in einer Schilderung der Ingenieurbauten der Babylonier und Assyrer, der Ingenieurtechnik der alten Ägypter unter vergleichsweiser Behandlung der modernen Irrigationsanlagen daselbst, der Schöpfungen der antiken griechischen Ingenieure, des Städtebaues im Altertum und der römischen Wasserleitungsbauten die hohen Leistungen der Völker des Altertums.

Israel s. Religion.

Jugend-Fürsorge. Von Direktor Dr. Joh. Petersen. 2 Bände. (Nr. 161. 162.)

Band I: Die öffentliche Fürsorge für die hilfsbedürftige Jugend.
Band II: Die öffentliche Fürsorge für die sittlich gefährdete und die gewerblich tätige Jugend.

Erörtert alle das Fürsorgewesen betreffenden Fragen, deckt die ihm anhaftenden Mängel auf, zeigt zugleich aber auch die Mittel und Wege zu ihrer Beseitigung. Besonders eingehend werden behandelt in dem 1. Bändchen das Vormundschaftsrecht, die Säuglingssterblichkeit, die Fürsorge für uneheliche Kinder, die Gemeindewaisenpflege, die Vor- und Nachteile der Anstalts- und Familienpflege, in dem 2. Bändchen die gewerbliche Ausnutzung der Kinder und der Kinderschutz im Gewerbe, die Kriminalität der Jugend und die Zwangserziehung, die Fürsorge für die schulentlassene Jugend.

Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narkotischen Aufgußgetränke (s. a. Ernährung; Haushalt). Von Professor Dr. A. Wieler. Mit 24 Abbildungen und 1 Karte. (Nr. 132.)

Behandelt, durch zweckentsprechende Abbildungen unterstützt, Kaffee, Tee und Kakao eingehender, Mate und Kola kürzer, in bezug auf die botanische Abstammung, die natürliche Verbreitung der Stammpflanzen, die Verbreitung ihrer Kultur, die Wachstumsbedingungen und die Kulturmethoden, die Erntezeit und die Ernte, endlich die Gewinnung der fertigen Ware, wie der Weltmarkt sie aufnimmt, aus dem geernteten Produkte.

Kakao s. Kaffee.

Kalender. Der Kalender. Von Professor Dr. W. F. Wislicenus. (Nr. 69.)
Erklärt die astronomischen Erscheinungen, die für unsere Zeitrechnung von Bedeutung sind, und schildert die historische Entwicklung des Kalenderwesens vom römischen Kalender ausgehend, den Werdegang der christlichen Kalender bis auf die neueste Zeit verfolgend, setzt ihre Einrichtungen auseinander und lehrt die Berechnung kalendarischer Angaben für Vergangenheit und Zukunft, sie durch zahlreiche Beispiele erläuternd.

Kant (s. a. Philosophie). Immanuel Kant; Darstellung und Würdigung. Von Professor Dr. O. Külpe. Mit einem Bildnisse Kants. (Nr. 146.)
Kant hat durch seine grundlegenden Werke ein neues Fundament für die Philosophie aller Völker und Zeiten geschaffen. Dieses in seiner Tragfähigkeit für moderne Ideen darzustellen, hat sich der Verfasser zur Aufgabe gestellt. Es ist ihm gelungen, den wirklichen Kant mit historischer Treue zu schildern und doch auch zu beleuchten, wie die Nachwelt berufen ist, hinauszustreben über die Anschauungen des gewaltigen Denkers, da auch er ein Kind seiner Zeit ist und manche seiner Lehrmeinungen vergänglicher Art sein müssen.

Kinderpflege s. Säugling.

Knabenhandarbeit. Die Knabenhandarbeit in der heutigen Erziehung. Von Seminardirektor Dr. Alw. Pabst. Mit 21 Abbildungen im Text und 1 Titelbild. (Nr. 140.)
Gibt einen Überblick über die Geschichte des Knabenhandarbeitsunterrichts, untersucht seine Stellung im Lichte der modernen pädagogischen Strömungen und erhärtet seinen Wert als Erziehungsmittel, erörtert sodann die Art des Betriebes in den verschiedenen Schulen und gibt zum Schlusse eine vergleichende Darstellung der Systeme in den verschiedenen Ländern.

Kolonien. Die deutschen Kolonien. Land und Leute. Von Dr. Adolf Heilborn. Mit zahlreichen Abbildungen und 2 Karten. (Nr. 98.)
Bringt auf engem Raume eine durch Abbildungen und Karten unterstützte, wissenschaftlich genaue Schilderung der deutschen Kolonien, sowie eine einwandfreie Darstellung ihrer Völker nach Nahrung und Kleidung, Haus und Gemeindeleben, Sitte und Recht, Glaube und Aberglaube, Arbeit und Vergnügen, Gewerbe und Handel, Waffen und Kampfesweise.

Kraftfahrzeuge s. Automobil.

Krankenpflege. Vorträge gehalten von Chefarzt Dr. B. Leick. (Nr. 152.)
Gibt zunächst einen Überblick über Bau und Funktion der inneren Organe des Körpers und deren hauptsächlichste Erkrankungen und erörtert dann die hiebei zu ergreifenden Maßnahmen. Besonders eingehend wird die Krankenpflege bei Infektionskrankheiten sowie bei plötzlichen Unglücksfällen und Erkrankungen behandelt.

Kriegswesen. Vom Kriegswesen im 19. Jahrhundert. Zwanglose Skizzen von Major O. von Sothen. Mit 9 Übersichtskärtchen. (Nr. 59.)
In einzelnen Abschnitten wird insbesondere die Napoleonische und Moltkesche Kriegführung an Beispielen (Jena-Königgrätz-Sedan) dargestellt und durch Kartenskizzen erläutert. Damit verbunden sind kurze Schilderungen der preußischen Armee von 1806 und nach den Befreiungskriegen, sowie nach der Reorganisation von 1860, endlich des deutschen Heeres von 1870 bis zur Jetztzeit.

——— Der Seekrieg. Seine geschichtliche Entwicklung vom Zeitalter der Entdeckungen bis zur Gegenwart. Von Kurt Freiherr von Maltzahn, Vize-Admiral a. D. (Nr. 99.)
Der Verf. bringt den Seekrieg als Kriegsmittel wie als Mittel der Politik zur Darstellung, indem er zunächst die Entwicklung der Kriegsflotte und der Seekriegsmittel schildert und dann die heutigen Weltwirtschaftsstaaten und den Seekrieg behandelt, wobei er besonders das Abhängigkeitsverhältnis, in dem unsere Weltwirtschaftsstaaten kommerziell und politisch zu den Verkehrswegen der See stehen, darstellt.

Kultur (s. a. Germanen; Geschichte; griech. Städtebilder). Die Anfänge der menschlichen Kultur. Von Professor Dr. Ludwig Stein. (Nr. 93.)

Behandelt in der Überzeugung, daß die Kulturprobleme der Gegenwart sich uns nur durch einen tieferen Einblick in ihren Werdegang erschließen, Natur und Kultur, den vorgeschichtlichen Menschen, die Anfänge der Arbeitsteilung, die Anfänge der Rassenbildung, ferner die Anfänge der wirtschaftlichen, intellektuellen, moralischen und sozialen Kultur.

Kunst (s. a. Baukunst; Dürer; Städtebilder; Illustrationskunst; Rembrandt; Schriftwesen). Bau und Leben der bildenden Kunst. Von Direktor Dr. Theodor Volbehr. Mit 44 Abbildungen. (Nr. 68.)

Führt von einem neuen Standpunkte aus in das Verständnis des Wesens der bildenden Kunst ein, erörtert die Grundlagen der menschlichen Gestaltungskraft und zeigt, wie das künstlerische Interesse sich allmählich weitere und immer weitere Stoffgebiete erobert.

——— Kunstpflege in Haus und Heimat. Von Superintendent R. Bürkner. Mit 14 Abbildungen. (Nr. 77.)

Will, ausgehend von der Überzeugung, daß zu einem vollen Menschensein und Volkstum die Pflege des Schönen unabweisbar gehört, die Augen zum rechten Sehen öffnen lehren und die ganze Lebensführung, Kleidung und Häuslichkeit ästhetisch gestalten, um so auch zur Erkenntnis dessen zu führen, was an Heimatkunst und Heimatschatz zu hegen ist, und auf diesem großen Gebiete persönlichen und allgemeinen ästhetischen Lebens ein praktischer Ratgeber sein.

——— Die ostasiatische Kunst und ihre Einwirkung auf Europa. Von Direktor Dr. R. Graul. Mit 49 Abb. im Text und auf 1 Doppeltafel. (Nr. 87.)

Bringt die bedeutungsvolle Einwirkung der japanischen und chinesischen Kunst auf die europäische zur Darstellung unter Mitteilung eines reichen Bildermaterials, den Einfluß Chinas auf die Entwicklung der zum Rokoko drängenden freien Richtungen in der dekorativen Kunst des 18. Jahrhunderts wie den auf die Entwicklung des 19. Jahrhunderts. Der Verfasser weist auf die Beziehungen der Malerei und Farbendruckkunst Japans zum Impressionismus der modernen europäischen Kunst hin.

Leben. Die Erscheinungen des Lebens. Grundprobleme der modernen Biologie. Von Privatdozent Dr. H. Miehe. Mit 46 Figuren im Text. (Nr. 130.)

Versucht eine umfassende Totalansicht des organischen Lebens zu geben, indem nach einer Erörterung der spekulativen Vorstellungen über das Leben und einer Beschreibung des Protoplasmas und der Zelle die hauptsächlichsten Aeußerungen des Lebens behandelt werden, als Entwicklung, Ernährung, Atmung, das Sinnesleben, die Fortpflanzung, der Tod, die Variabilität und im Anschluß daran die Theorien über Entstehung und Entwicklung der Lebewelt, sowie die mannigfachen Beziehungen der Lebewesen untereinander.

Leibesübungen. Die Leibesübungen und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Von Professor Dr. R. Zander. 2. Auflage. Mit 19 Abb. (Nr. 13.)

Will darüber aufklären, weshalb und unter welchen Umständen die Leibesübungen segensreich wirken, indem es ihr Wesen, andererseits die in Betracht kommenden Organe bespricht; erörtert besonders die Wechselbeziehungen zwischen körperlicher und geistiger Arbeit, die Leibesübungen der Frauen, die Bedeutung des Sportes und die Gefahren der sportlichen Übertreibungen.

Licht (s. a. Beleuchtungsarten; Chemie). Das Licht und die Farben. Sechs Vorlesungen, gehalten im Volkshochschulverein München. Von Professor Dr. L. Graetz. 2. Auflage. Mit 116 Abbildungen. (Nr. 17.)

Führt, von den einfachsten optischen Erscheinungen ausgehend, zur tieferen Einsicht in die Natur des Lichtes und der Farben, behandelt, ausgehend von der scheinbar geradlinigen Ausbreitung, Zurückwerfung und Brechung des Lichtes, das Wesen der Farben, die Beugungserscheinungen und die Photographie.

Literaturgeschichte s. Drama; Schiller; Theater; Volkslied.

Luther (s. a. Geschichte). Luther im Lichte der neueren Forschung. Ein kritischer Bericht. Von Professor Dr. H. Boehmer. (Nr. 113.)
Versucht durch sorgfältige historische Untersuchung eine erschöpfende Darstellung von Luthers Leben und Wirken zu geben, die Persönlichkeit des Reformators aus ihrer Zeit heraus zu erfassen, ihre Schwächen und Stärken beleuchtend zu einem wahrheitsgetreuen Bilde zu gelangen, und gibt so nicht nur ein psychologisches Porträt, sondern bietet zugleich ein interessantes Stück Kulturgeschichte.

Mädchenschule (s. a. Bildungswesen; Schulwesen). Die höhere Mädchenschule in Deutschland. Von Oberlehrerin M. Martin. (Nr. 65.)
Bietet aus berufenster Feder eine Darstellung der Ziele, der historischen Entwicklung, der heutigen Gestalt und der Zukunftsaufgaben der höheren Mädchenschulen.

Mathematische Spiele (s. a. Arithmetik). Von Dr. W. Ahrens. (Nr. 170.)
Sucht in das Verständnis all der Spiele, die „ungleich voll von Nachdenken" vergnügen, weil man bei ihnen rechnet, ohne Voraussetzung irgend welcher mathematischer Kenntnisse einzuführen und so ihren Reiz für Nachdenkliche erheblich zu erhöhen. So werden unter Beigabe von einfachen, das Mitarbeiten des Lesers belebenden Fragen Wettspringen, Boß-Puzzle, Solitär- oder Einsiedlerspiel, Wanderungsspiele, Dyadische Spiele, der Baguenaudier, Mim, der Rösselsprung und die Magischen Quadrate behandelt.

Meeresforschung. Meeresforschung und Meeresleben. Von Dr. O. Janson. 2. Auflage. Mit 41 Figuren. (Nr. 30.)
Schildert kurz und lebendig die Fortschritte der modernen Meeresuntersuchung auf geographischem, physikalisch-chemischem und biologischem Gebiete, die Verteilung von Wasser und Land auf der Erde, die Tiefen des Meeres, die physikalischen und chemischen Verhältnisse des Meerwassers, endlich die wichtigsten Organismen des Meeres, die Pflanzen und Tiere.

Mensch (s. a. Auge; Kultur; Stimme). Der Mensch. Sechs Vorlesungen a. d. Gebiete der Anthropologie. Von Dr. A. Heilborn. Mit zahlr. Abb. (Nr. 62.)
Stellt die Lehren der „Wissenschaft aller Wissenschaften" streng sachlich und doch durchaus volkstümlich dar: das Wissen vom Ursprung des Menschen, die Entwicklungsgeschichte des Individuums, die künstlerische Betrachtung der Proportionen des menschlichen Körpers und die streng wissenschaftlichen Meßmethoden (Schädelmessung usf.), behandelt ferner die Menschenrassen, die rassenanatomischen Verschiedenheiten, den Tertiärmenschen.

——— Bau und Tätigkeit des menschlichen Körpers. Von Privatdozent Dr. H. Sachs. 2. Auflage. Mit 37 Abbildungen. (Nr. 32.)
Stellt eine Reihe schematischer Abbildungen dar, erläutert die Einrichtung und die Tätigkeit der einzelnen Organe des Körpers und zeigt dabei vor allem, wie diese einzelnen Organe in ihrer Tätigkeit aufeinander einwirken, miteinander zusammenhängen und so den menschlichen Körper zu einem einheitlichen Ganzen, zu einem wohlgeordneten Staate machen.

——— Die Seele des Menschen. Von Prof. Dr. J. Rehmke. 2. Aufl. (Nr. 36.)
Behandelt, von der Tatsache ausgehend, daß der Mensch eine Seele habe, die ebenso gewiß sei wie die andere, daß der Körper eine Gestalt habe, das Seelenwesen und das Seelenleben und erörtert, unter Abwehr der materialistischen und halbmaterialistischen Anschauungen, von dem Standpunkt aus, daß die Seele Unkörperliches Immaterielles sei, nicht etwa eine Bestimmtheit des menschlichen Einzelwesens, auch nicht eine Wirkung oder eine „Funktion" des Gehirns, die verschiedenen Tätigkeitsäußerungen des als Seele Erkannten.

——— Die fünf Sinne des Menschen. Von Professor Dr. Jos. Clem. Kreibig. Mit 30 Abbildungen im Text. 2. Auflage. (Nr. 27.)
Beantwortet die Fragen über die Bedeutung, Anzahl, Benennung und Leistungen der Sinne in gemeinfaßlicher Weise, indem das Organ und seine Funktionsweise, dann die als Reiz wirkenden äußeren Ursachen und zuletzt der Inhalt, die Stärke, das räumliche und zeitliche Merkmal der Empfindungen besprochen werden.

Mensch und Erde. Mensch und Erde. Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von Prof. Dr. A. Kirchhoff. 2. Aufl. (Nr. 31.)
Zeigt, wie die Ländernatur auf den Menschen und seine Kultur einwirkt, durch Schilderungen allgemeiner und besonderer Art, über Steppen- und Wüstenvölker, über die Entstehung von Nationen, wie Deutschland und China u. a. m.

—— **und Tier.** Der Kampf zwischen Mensch und Tier. Von Professor Dr. Karl Eckstein. Mit 31 Abbildungen im Text. (Nr. 18.)
Der hohe wirtschaftliche Bedeutung beanspruchende Kampf erfährt eine eingehende, ebenso interessante wie lehrreiche Darstellung; besonders werden die Kampfmittel beider Gegner geschildert: Schutzwaffen, Fallen, Gifte, oder auch besondere Wirtschaftsmethoden, dort spitzige Kralle, scharfer Zahn, furchtbares Gift, List und Gewandtheit, der Schutzfärbung und Anpassungsfähigkeit nicht zu vergessen.

Menschenleben. Aufgaben und Ziele des Menschenlebens. Von Dr. J. Unold. 2. Auflage. (Nr. 12.)
Beantwortet die Frage: Gibt es keine bindenden Regeln des menschlichen Handelns? in zuversichtlich bejahender, zugleich wohl begründeter Weise und entwirft die Grundzüge einer wissenschaftlich haltbaren und für eine nationale Erziehung brauchbaren Lebensanschauung und Lebensordnung.

Metalle. Die Metalle. Von Professor Dr. K. Scheid. Mit 16 Abb. (Nr. 29.)
Behandelt die für Kulturleben und Industrie wichtigen Metalle, schildert die mutmaßliche Bildung der Erze, die Gewinnung der Metalle aus den Erzen, das Hüttenwesen mit seinen verschiedenen Systemen, die Fundorte der Metalle, ihre Eigenschaften und Verwendung, unter Angabe historischer, kulturgeschichtlicher und statistischer Daten, sowie die Verarbeitung der Metalle.

Meteorologie s. Wetter.

Mikroskop (s. a. Optik; Tierwelt). Das Mikroskop, seine Optik, Geschichte und Anwendung, gemeinverständlich dargestellt. Von Dr. W. Scheffer. Mit 66 Abbildungen im Text und einer Tafel. (Nr. 35.)
Nach Erläuterung der optischen Konstruktion und Wirkung des Mikroskops, und Darstellung der historischen Entwicklung wird eine Beschreibung der modernsten Mikroskoptypen, Hilfsapparate und Instrumente gegeben, endlich gezeigt, wie die mikroskopische Untersuchung die Einsicht in Naturvorgänge vertieft.

Moleküle. Moleküle — Atome — Weltäther. Von Professor Dr. G. Mie. 2. Auflage. Mit 27 Figuren im Text. (Nr. 58.)
Stellt die physikalische Atomlehre als die kurze, logische Zusammenfassung einer großen Menge physikalischer Tatsachen unter einem Begriffe dar, die ausführlich und nach Möglichkeit als einzelne Experimente geschildert werden.

Mond (s. a. Weltall). Der Mond. Von Professor Dr. J. Franz. Mit 31 Abbildungen im Text und auf 2 Doppeltafeln. (Nr. 90.)
Gibt die Ergebnisse der neueren Mondforschung wieder, erörtert die Mondbewegung und Mondbahn, bespricht den Einfluß des Mondes auf die Erde und behandelt die Fragen der Oberflächenbedingungen des Mondes und die charakteristischen Mondgebilde anschaulich zusammengefaßt in „Beobachtungen eines Mondbewohners", endlich die Bewohnbarkeit des Mondes.

Mozart s. Musik.

Münze. Die Münze als historisches Denkmal sowie ihre Bedeutung im Rechts- und Wirtschaftsleben. Von Dr. A. Luschin v. Ebengreuth. Mit 53 Abbildungen im Text. (Nr. 91.)
Zeigt, wie Münzen als geschichtliche Überbleibsel der Vergangenheit zur Aufhellung der wirtschaftlichen Zustände und der Rechtseinrichtungen früherer Zeiten dienen, die verschiedenen Arten von Münzen, ihre äußeren und inneren Merkmale sowie ihre Herstellung werden in historischer Entwicklung dargelegt und im Anschluß daran Münzsammlern beherzigenswerte Winke gegeben.

Musik. Einführung in das Wesen der Musik. Von Professor C. R. Hennig. (Nr. 119.)

Die hier gegebene Ästhetik der Tonkunst untersucht das Wesen des Tones als eines Kunstmaterials; sie prüft die Natur der Darstellungsmittel und untersucht die Objekte der Darstellung, indem sie klarlegt, welche Ideen im musikalischen Kunstwerke gemäß der Natur des Tonmateriales und der Darstellungsmittel in idealer Gestaltung zur Darstellung gebracht werden können.

——— Geschichte der Musik. Von Dr. Friedrich Spiro. (Nr. 143.)

Gibt in großen Zügen eine übersichtliche äußerst lebendig gehaltene Darstellung von der Entwicklung der Musik vom Altertum bis zur Gegenwart mit besonderer Berücksichtigung der führenden Persönlichkeiten und der großen Strömungen und unter strenger Ausscheidung alles dessen, was für die Entwicklung der Musik ohne Bedeutung war.

——— Haydn, Mozart, Beethoven. Mit vier Bildnissen auf Tafeln. Von Professor Dr. C. Krebs. (Nr. 92.)

Eine Darstellung des Entwicklungsganges und der Bedeutung eines jeden der drei großen Komponisten für die Musikgeschichte. Sie gibt mit wenigen, aber scharfen Strichen ein Bild der menschlichen Persönlichkeit und des künstlerischen Wesens der drei Heroen mit Hervorhebung dessen, was ein jeder aus seiner Zeit geschöpft und was er aus eignem hinzugebracht hat.

Muttersprache. Entstehung und Entwicklung unserer Muttersprache. Von Professor Dr. Wilhelm Uhl. Mit vielen Abbildungen im Text und auf Tafeln, sowie mit 1 Karte. (Nr. 84.)

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der sprachlich-wissenschaftlich lautphysiologischen wie der philologisch-germanistischen Forschung, die Ursprung und Organ, Bau und Bildung, andererseits die Hauptperioden der Entwicklung unserer Muttersprache zur Darstellung bringt.

Mythologie s. Germanen.

Nahrungsmittel s. Alkoholismus; Chemie; Ernährung; Haushalt; Kaffee.

Nationalökonomie s. Arbeiterschutz; Bevölkerungslehre; Soziale Bewegungen; Frauenbewegung; Schiffahrt; Welthandel; Wirtschaftsleben.

Naturlehre. Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre. Von Professor Dr. Felix Auerbach. 2. Auflage. Mit 79 Figuren im Text. (Nr. 40.)

Eine zusammenhängende, für jeden Gebildeten verständliche Entwicklung der in der modernen Naturlehre eine allgemeine und exakte Rolle spielenden Begriffe Raum und Bewegung, Kraft und Masse und die allgemeinen Eigenschaften der Materie, Arbeit, Energie und Entropie.

Naturwissenschaften s. Abstammungslehre; Ameisen; Astronomie; Befruchtungsvorgang; Chemie; Erde; Haushalt; Licht; Meeresforschung; Mensch; Moleküle; Naturlehre; Obstbau; Pflanzen; Plankton; Religion; Strahlen; Tierleben; Wald; Weltall; Wetter.

Nervensystem. Vom Nervensystem, seinem Bau und seiner Bedeutung für Leib und Seele im gesunden und kranken Zustande. Von Professor Dr. R. Zander. Mit 27 Figuren im Text. (Nr. 48.)

Erörtert die Bedeutung der nervösen Vorgänge für den Körper, die Geistestätigkeit und das Seelenleben und sucht klarzulegen, unter welchen Bedingungen Störungen der nervösen Vorgänge auftreten, wie sie zu beseitigen und zu vermeiden sind.

Obstbau. Der Obstbau. Von Dr. Ernst Voges. Mit 13 Abbildungen im Text. (Nr. 107.)

Will über die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen des Obstbaues, sowie seine Naturgeschichte und große volkswirtschaftliche Bedeutung unterrichten. Die Geschichte des Obstbaues, das Leben des Obstbaumes, Obstbaumpflege und Obstbaumschutz, die wissenschaftliche Obstkunde, die Ästhetik des Obstbaues gelangen zur Behandlung.

Optik (s. a. Mikroskop; Stereoskop). Die optischen Instrumente. Von Dr. M. von Rohr. Mit 84 Abbildungen im Text. (Nr. 88.)

Gibt eine elementare Darstellung der optischen Instrumente nach modernen Anschauungen, wobei weder das Ultramikroskop noch die neuen Apparate zur Mikrophotographie mit ultraviolettem Licht (Monochromate), weder die Prismen- noch die Zielfernrohre, weder die Projektionsapparate noch die stereoskopischen Entfernungsmesser und der Stereokomparator fehlen.

Ostasien s. Kunst.

Pädagogik (s. a. Bildungswesen; Erziehung; Fröbel; Herbart; Hilfsschulwesen; Jugendfürsorge; Knabenhandarbeit; Mädchenschule; Schulwesen). Allgemeine Pädagogik. Von Professor Dr. Th. Ziegler. 2. Aufl. (Nr. 33.)

Behandelt die großen Fragen der Volkserziehung in praktischer, allgemeinverständlicher Weise und in sittlich-sozialem Geiste. Die Zwecke und Motive der Erziehung, das Erziehungsgeschäft selbst, dessen Organisation werden erörtert, die verschiedenen Schulgattungen dargestellt.

Palästina. Palästina und seine Geschichte. Sechs Vorträge von Professor Dr. H. Freiherr von Soden. 2. Auflage. Mit 2 Karten und 1 Plan von Jerusalem und 6 Ansichten des Heiligen Landes. (Nr. 6.)

Ein Bild, nicht nur des Landes selbst, sondern auch alles dessen, was aus ihm hervor- oder über es hingegangen ist im Laufe der Jahrhunderte — ein wechselvolles, farbenreiches Bild, in dessen Verlauf die Patriarchen Israels und die Kreuzfahrer, David und Christus, die alten Assyrer und die Scharen Mohammeds einander ablösen.

Patentrecht s. Gewerbe.

Pflanzen (s. a. Obstbau; Plankton; Tierleben). Unsere wichtigsten Kulturpflanzen. (Die Getreidegräser.) Sechs Vorträge aus der Pflanzenkunde. Von Professor Dr. K. Giesenhagen. Mit 38 Figuren im Text. 2. Auflage. (Nr. 10.)

Behandelt die Getreidepflanzen und ihren Anbau nach botanischen wie kulturgeschichtlichen Gesichtspunkten, damit zugleich in anschaulichster Form allgemeine botanische Kenntnisse vermittelnd.

——— Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen. Von Privatdozent Dr. Ernst Küster. Mit 38 Abbildungen im Text. (Nr. 112.)

Gibt eine kurze Übersicht über die wichtigsten Formen der vegetativen Vermehrung und beschäftigt sich eingehend mit der Sexualität der Pflanzen, deren überraschend vielfache und mannigfaltige Äußerungen, ihre große Verbreitung im Pflanzenreich und ihre in allen Einzelheiten erkennbare Übereinstimmung mit der Sexualität der Tiere zur Darstellung gelangen.

Philosophie (s. a. Buddha; Herbart; Kant; Menschenleben; Schopenhauer; Weltanschauung; Weltproblem). Die Philosophie der Gegenwart in Deutschland. Eine Charakteristik ihrer Hauptrichtungen. Von Professor Dr. O. Külpe. 3. Auflage. (Nr. 41.)

Schildert die vier Hauptrichtungen der deutschen Philosophie der Gegenwart, den Positivismus, Materialismus, Naturalismus und Idealismus, nicht nur im allgemeinen, sondern auch durch eingehendere Würdigung einzelner typischer Vertreter wie Mach und Dühring, Haeckel, Nietzsche, Fechner, Lotze, v. Hartmann und Wundt.

Philosophie. Einführung in die Philosophie. Sechs Vorträge von Professor Raoul Richter. (Nr. 155.)
Bietet eine gemeinverständliche Darstellung der philosophischen Hauptprobleme und der Richtung ihrer Lösung, insbesondere des Erkenntnisproblems und nimmt dabei zu den Standpunkten des Materialismus, Spiritualismus, Theismus und Pantheismus Stellung, um zum Schlusse die religions- und moralphilosophischen Fragen zu beleuchten.

Physik s. Licht; Mikroskop; Moleküle; Naturlehre; Optik; Strahlen.

Plankton. Das Süßwasser-Plankton. Einführung in die freischwebende Organismenwelt unserer Teiche, Flüsse und Seebecken. Von Dr. Otto Zacharias. Mit 49 Abbildungen. (Nr. 156.)
Gibt eine Anleitung zur Kenntnis der interessantesten Planktonorganismen, jener mikroskopisch kleinen und für die Existenz der höheren Lebewesen und für die Naturgeschichte der Gewässer so wichtigen Tiere und Pflanzen. Die wichtigsten Formen werden vorgeführt und die merkwürdigen Lebensverhältnisse und -bedingungen dieser unsichtbaren Welt einfach und doch vielseitig erörtert.

Polarforschung. Die Polarforschung. Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Von Professor Dr. Kurt Hassert. Mit 6 Karten auf 2 Tafeln. (Nr. 38.)
Das in der neuen Auflage bis auf die Gegenwart fortgeführte und im einzelnen nicht unerheblich umgestaltete Buch faßt in gedrängtem Überblick die Hauptergebnisse der Nord- und Südpolarforschung zusammen. Nach gemeinverständlicher Erörterung der Ziele arktischer und antarktischer Forschung werden die Polarreisen selbst von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart geschildert unter besonderer Berücksichtigung der topographischen Ergebnisse.

Pompeji, eine hellenistische Stadt in Italien. Von Hofrat Professor Dr. Fr. v. Duhn. Mit 62 Abbildungen. (Nr. 114.)
Sucht, durch zahlreiche Abbildungen unterstützt, an dem besonders greifbaren Beispiel Pompejis die Übertragung der griechischen Kultur und Kunst nach Italien, ihr Werden zur Weltkultur und Weltkunst verständlich zu machen, wobei die Hauptphasen der Entwicklung Pompejis, immer im Hinblick auf die gestaltende Bedeutung, die gerade der Hellenismus für die Ausbildung der Stadt, ihrer Lebens- und Kunstformen gehabt hat, zur Darstellung gelangen.

Post. Das Postwesen, seine Entwickelung und Bedeutung. Von Postrat J. Bruns. (Nr. 165.)
Schildert immer unter besonderer Berücksichtigung der geschichtlichen Entwicklung die Post als Staatsverkehrsanstalt, ihre Organisation und ihren Wirkungskreis, das Tarif- und Gebührenwesen, die Beförderungsmittel, den Betriebsdienst, den Weltpostverein, sowie die deutsche Post im In- und Ausland.

Psychologie s. Mensch; Nervensystem; Seele.

Recht (s. a. Gewerbe). Moderne Rechtsprobleme. Von Professor Josef Kohler. (Nr. 128.)
Behandelt nach einem einleitenden Abschnitte über Rechtsphilosophie die wichtigsten und interessantesten Probleme der modernen Rechtsprüfung, insbesondere die des Strafrechts, des Strafprozesses, des Genossenschaftsrechts, des Zivilprozesses und des Völkerrechtes.

Religion (s. a. Buddha; Christentum; Germanen; Jesuiten; Jesus; Luther). Die Grundzüge der israelitischen Religionsgeschichte. Von Professor Dr. Fr. Giesebrecht. (Nr. 52.)
Schildert, wie Israels Religion entsteht, wie sie die nationale Schale sprengt, um in den Propheten die Ansätze einer Menschheitsreligion auszubilden, wie auch diese neue Religion sich verpuppt in die Formen eines Priesterstaats.

Religion. Religion und Naturwissenschaft in Kampf und Frieden. Ein geschichtlicher Rückblick von Dr. A. Pfannkuche. (Nr. 141.)

Will durch geschichtliche Darstellung der Beziehungen beider Gebiete eine vorurteilsfreie Beurteilung des heiß umstrittenen Problems ermöglichen. Ausgehend von der ursprünglichen Einheit von Religion und Naturerkennen in den Naturreligionen schildert der Verfasser das Entstehen der Naturwissenschaft in Griechenland und der Religion in Israel, um dann zu zeigen, wie aus der Verschwisterung beider jene ergreifenden Konflikte erwachsen, die sich besonders an die Namen von Kopernikus und Darwin knüpfen.

—— Die religiösen Strömungen der Gegenwart. Von Superintendent D. A. H. Braasch. (Nr. 66.)

Will die gegenwärtige religiöse Lage nach ihren bedeutsamen Seiten hin darlegen und ihr geschichtliches Verständnis vermitteln; die markanten Persönlichkeiten und Richtungen, die durch wissenschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung gestellten Probleme, wie die Ergebnisse der Forschung, der Ultramontanismus wie die christliche Liebestätigkeit gelangen zur Behandlung.

Rembrandt. Von Professor Dr. Paul Schubring. Mit einem Titelbild und 49 Textabbildungen. (Nr. 158.)

Eine durch zahlreiche Abbildungen unterstützte lebensvolle Schilderung des menschlichen und künstlerischen Entwickelungsganges Rembrandts. Zur Darstellung gelangen so seine persönlichen Schicksale bis 1642, die Frühzeit, die Zeit bis zu Saskias Tode, die Nachtwache, Rembrandts Verhältnis zur Bibel, die Radierungen, Urkundliches über die Zeit nach 1642 die Periode des farbigen Helldunkels, die Gemälde nach der Nachtwache und die Spätzeit. Beigefügt sind die beiden ältesten Biographien Rembrandts.

Rom. Die ständischen und sozialen Kämpfe in der römischen Republik. Von Privatdozent Dr. Leo Bloch. (Nr. 22.)

Behandelt die Sozialgeschichte Roms, soweit sie mit Rücksicht auf die die Gegenwart bewegenden Fragen von allgemeinem Interesse ist. Insbesondere gelangen die durch die Großmachtstellung Roms bedingte Entstehung neuer sozialer Unterschiede, die Herrschaft des Amtsadels und des Kapitals, auf der anderen Seite eines großstädtischen Proletariats zur Darstellung, die ein Ausblick auf die Lösung der Parteikämpfe durch die Monarchie beschließt.

Säugling. Der Säugling, seine Ernährung und seine Pflege. Von Dr. Walther Kaupe. Mit 17 Textabbildungen. (Nr. 154.)

Will der jungen Mutter oder Pflegerin in allen Fragen, mit denen sie sich im Interesse des kleinen Erdenbürgers beschäftigen müssen, den nötigen Rat erteilen. Außer der allgemeinen geistigen und körperlichen Pflege des Kindchens wird besonders die natürliche und künstliche Ernährung behandelt und für alle diese Falle zugleich praktische Anleitung gegeben.

Schiffahrt. Deutsche Schiffahrt und Schiffahrtspolitik der Gegenwart. Von Professor Dr. K. Thieß. (Nr. 169.)

Verfasser will weiteren Kreisen eine genaue Kenntnis unserer Schiffahrt erschließen, indem er in leicht faßlicher und doch erschöpfender Darstellung einen allgemeinen Überblick über das gesamte deutsche Schiffswesen gibt mit besonderer Berücksichtigung seiner geschichtlichen Entwicklung und seiner großen volkswirtschaftlichen Bedeutung.

Schiller. Von Professor Dr. Th. Ziegler. Mit dem Bildnis Schillers von Kügelgen in Heliogravüre. (Nr. 74.)

Gedacht als eine Einführung in das Verständnis von Schillers Werdegang und Werken, behandelt das Büchlein vor allem die Dramen Schillers und sein Leben, ebenso aber auch einzelne seiner lyrischen Gedichte und die historischen und die philosophischen Studien als ein wichtiges Glied in der Kette seiner Entwicklung.

Schopenhauer. Seine Persönlichkeit, seine Lehre, seine Bedeutung. Sechs Vorträge von Oberlehrer H. Richert. Mit dem Bildnis Schopenhauers. (Nr. 81.)
Unterrichtet über Schopenhauer in seinem Werden, seinen Werken und seinem Fortwirken, in seiner historischen Bedingtheit und seiner bleibenden Bedeutung, indem es eine gründliche Einführung in die Schriften Schopenhauers und zugleich einen zusammenfassenden Überblick über das Ganze seines philosophischen Systems gibt.

Schriftwesen. Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Professor Dr. O. Weise. 2. Auflage. Mit 37 Abbildungen. (Nr. 4.)
Verfolgt durch mehr als vier Jahrtausende Schrift-, Brief- und Zeitungswesen, Buchhandel und Bibliotheken.

Schulhygiene. Von Privatdozent Dr. Leo Burgerstein. Mit einem Bildnis und 33 Figuren im Text. (Nr. 96.)
Bietet eine auf den Forschungen und Erfahrungen in den verschiedensten Kulturländern beruhende Darstellung, die ebenso die Hygiene des Unterrichts und Schullebens wie jene des Hauses, die im Zusammenhang mit der Schule stehenden modernen materiellen Wohlfahrtseinrichtungen, endlich die hygienische Unterweisung der Jugend, die Hygiene des Lehrers und die Schularztfrage behandelt.

Schulwesen (s. a. Bildungswesen; Fröbel; Hilfsschulwesen; Mädchenschule; Pädagogik). Geschichte des deutschen Schulwesens. Von Oberrealschuldirektor Dr. K. Knabe. (Nr. 85.)
Stellt die Entwicklung des deutschen Schulwesens in seinen Hauptperioden dar und bringt so Anfänge des deutschen Schulwesens, Scholastik, Humanismus, Reformation, Gegenreformation, neue Bildungsziele, Pietismus, Philanthropismus, Aufklärung, Neuhumanismus, Prinzip der allseitigen Ausbildung vermittels einer Anstalt, Teilung der Arbeit und den nationalen Humanismus der Gegenwart zur Darstellung.

——— Schulkämpfe der Gegenwart. Vorträge zum Kampf um die Volksschule in Preußen, gehalten in der Humboldt-Akademie in Berlin. Von J. Tews. (Nr. 111.)
Knapp und doch umfassend stellt der Verfasser die Probleme dar, um die es sich bei der Reorganisation der Volksschule handelt, deren Stellung zu Staat und Kirche, deren Abhängigkeit von Zeitgeist und Zeitbedürfnissen, deren Wichtigkeit für die Herausgestaltung einer volksfreundlichen Gesamtkultur scharf beleuchtet werden.

——— Volksschule und Lehrerbildung der Vereinigten Staaten in ihren hervortretenden Zügen. Reiseeindrücke. Von Direktor Dr. Franz Kuypers. Mit 48 Abbildungen im Text und einem Titelbild. (Nr. 150.)
Schildert anschaulich das Schulwesen vom Kindergarten bis zur Hochschule, überall das Wesentliche der amerikanischen Erziehungsweise (die stete Erziehung zum Leben, das Wecken des Betätigungstriebes, das Hindrängen auf praktische Verwertung usw.) hervorhebend und unter dem Gesichtspunkte der Beobachtungen an unserer schulentlassenen Jugend in den Fortbildungsschulen zum Vergleich mit der heimischen Unterrichtsweise anregend.

Seekrieg s. Kriegswesen.

Seele s. Mensch.

Sinnesleben s. Mensch.

Soziale Bewegungen (s. a. Arbeiterschutz; Frauenbewegung). Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von Professor Dr. G. Maier. 3. Auflage. (Nr. 2.)
In einer geschichtlichen Betrachtung, die mit den altorientalischen Kulturvölkern beginnt, werden an den zwei großen wirtschaftlichen Schriften Platos die Wirtschaft der Griechen,

an der Gracchischen Bewegung die der Römer beleuchtet, ferner die Utopie des Thomas Morus, andererseits der Bauernkrieg behandelt, die Bestrebungen Colberts und das Merkantilsystem, die Physiokraten und die ersten wissenschaftlichen Staatswirtschaftslehrer gewürdigt und über die Entstehung des Sozialismus und die Anfänge der neueren Handels-, Zoll- und Verkehrspolitik aufgeklärt.

Spiele s. Mathematik.

Sprache s. Muttersprache; Stimme.

Städtewesen. Die Städte. Geographisch betrachtet. Von Professor Dr. Kurt Hassert. Mit 21 Abbildungen. (Nr. 163.)

Behandelt als Versuch einer allgemeinen Geographie der Städte einen der wichtigsten Abschnitte der Siedlungskunde, erörtert die Ursache des Entstehens, Wachsens und Vergehens der Städte, charakterisiert ihre landwirtschaftliche und Verkehrs-Bedeutung als Grundlage der Großstadtbildung und schildert das Städtebild als geographische Erscheinung.

——— Deutsche Städte und Bürger im Mittelalter. Von Oberlehrer Dr. B. Heil. 2. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen im Text und auf 1 Doppeltafel. (Nr. 43.)

Stellt die geschichtliche Entwicklung dar, schildert die wirtschaftlichen, sozialen und staatsrechtlichen Verhältnisse und gibt ein zusammenfassendes Bild von der äußeren Erscheinung und dem inneren Leben der deutschen Städte.

——— Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland. Vorträge gehalten bei der Oberschulbehörde in Hamburg. Von Regierungs-Baumeister Albert Erbe. Mit 59 Abbildungen. (Nr. 117.)

Will dem als Zeichen wachsenden Kunstverständnisses zu begrüßenden Sinn für die Reize der alten malerischen Städtebilder durch eine mit Abbildungen reich unterstützte Schilderung der so eigenartigen und vielfachen Herrlichkeit Alt-Hollands wie Niederdeutschlands, ferner Danzigs, Lübecks, Bremens und Hamburgs nicht nur vom rein künstlerischen, sondern auch vom kulturgeschichtlichen Standpunkt aus entgegenkommen.

——— Kulturbilder aus griechischen Städten. Von Oberlehrer Dr. Erich Ziebarth. Mit 22 Abbildungen im Text und 1 Tafel. (Nr. 131.)

Sucht ein anschauliches Bild zu entwerfen von dem Aussehen einer altgriechischen Stadt und von dem städtischen Leben in ihr, auf Grund der Ausgrabungen und der inschriftlichen Denkmäler; die altgriechischen Bergstädte Thera, Pergamon, Priene, Milet, der Tempel von Didyma werden geschildert. Stadtpläne und Abbildungen suchen die einzelnen Städtebilder zu erläutern.

Stereoskop (s. a. Optik). Das Stereoskop und seine Anwendungen. Von Professor Th. Hartwig. Mit 40 Abbildungen im Text und 19 stereoskopischen Tafeln. (Nr. 135.)

Behandelt die verschiedenen Erscheinungen und praktischen Anwendungen der Stereoskopie, insbesondere die stereoskopischen Himmelsphotographien, die stereoskopische Darstellung mikroskopischer Objekte, das Stereoskop als Meßinstrument und die Bedeutung und Anwendung des Stereokomparators, insbesondere in bezug auf photogrammetrische Messungen. Beigegeben sind 19 stereoskopische Tafeln.

Stimme, die menschliche, und ihre Hygiene. Sieben volkstümliche Vorlesungen. Von Professor Dr. P. Gerber. Mit 20 Abbildungen. (Nr. 136.)

Nach den notwendigsten Erörterungen über das Zustandekommen und über die Natur der Töne wird der Kehlkopf des Menschen, sein Bau, seine Verrichtungen und seine Funktion als musikalisches Instrument behandelt; dann werden die Gesang- und die Sprechstimme, ihre Ausbildung, ihre Fehler und Erkrankungen, sowie deren Verhütung und Behandlung, insbesondere Erkältungskrankheiten, die professionelle Stimmschwäche, der Alkoholeinfluß und die Abhärtung erörtert.

Strahlen (s. a. Licht). Sichtbare und unsichtbare Strahlen. Von Professor Dr. R. Börnstein und Professor Dr. W. Marckwald. Mit 82 Abb. (Nr. 64.)
Schildert die verschiedenen Arten der Strahlen, darunter die Kathoden- und Röntgenstrahlen, die Hertzschen Wellen, die Strahlungen der radioaktiven Körper (Uran und Radium) nach ihrer Entstehung und Wirkungsweise, unter Darstellung der charakteristischen Vorgänge der Strahlung.

Süßwasser-Plankton s. Plankton.

Technik (s. a. Automobil; Beleuchtungsarten; Dampf; Eisenbahnen; Eisenhüttenwesen; Elektrotechnik; Funkentelegraphie; Ingenieurtechnik; Metalle; Mikroskop; Post; Rechtsschutz; Stereoskop; Wärmekraftmaschinen). Am sausenden Webstuhl der Zeit. Übersicht über die Wirkungen der Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik auf das gesamte Kulturleben. Von Geh. Regierungsrat Professor Dr. W. Launhardt. 2. Auflage. Mit 16 Abbildungen im Text und auf 5 Tafeln. (Nr. 23.)
Ein geistreicher Rückblick auf die Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik, der die Weltwunder unserer Zeit verdankt werden.

Tee s. Kaffee.

Telegraphie s. Funkentelegraphie.

Theater (s. a. Drama). Das Theater. Sein Wesen, seine Geschichte, seine Meister. Von Professor Dr. K. Borinski. Mit 8 Bildnissen. (Nr. 11.)
Begreift das Drama als ein Selbstgericht des Menschentums und charakterisiert die größten Dramatiker der Weltliteratur bei aller Knappheit liebevoll und geistvoll, wobei es die dramatischen Meister der Völker und Zeiten tunlichst selbst reden läßt.

Theologie s. Bibel; Christentum; Jesus; Palästina; Religion.

Tierleben (s. a. Ameise; Mensch und Tier; Plankton). Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt. Von Professor Dr. K. Kraepelin. (Nr. 79.)
Stellt in großen Zügen eine Fülle wechselseitiger Beziehungen der Organismen zueinander dar. Familienleben und Staatenbildung der Tiere, wie die interessanten Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander werden geschildert.

——— Tierkunde. Eine Einführung in die Zoologie. Von Privatdozent Dr. Kurt Hennings. Mit 34 Abbildungen. (Nr. 142.)
Will die Einheitlichkeit des gesamten Tierreiches zum Ausdruck bringen, Bewegung und Empfindung, Stoffwechsel und Fortpflanzung als die charakterisierenden Eigenschaften aller Tiere darstellen und sodann die Tätigkeit des Tierleibes aus seinem Bau verständlich machen, wobei der Schwerpunkt der Darstellung auf die Lebensweise der Tiere gelegt ist. So werden nach einem Vergleich der drei Naturreiche die Bestandteile des tierischen Körpers behandelt, sodann ein Überblick über die sieben großen Kreise des Tierreiches gegeben, ferner Bewegung und Bewegungsorgane, Aufenthaltsort, Bewußtsein und Empfindung, Nervensystem und Sinnesorgane, Stoffwechsel, Fortpflanzung und Entwicklung erörtert.

——— Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus). Von Dr. Friedrich Knauer. Mit 37 Abbildungen. (Nr. 148.)
Zeigt, von der ungeschlechtlichen Fortpflanzung zahlreicher niederster Tiere ausgehend, wie sich aus diesem Hermaphroditismus allmählich die Zweigeschlechtigkeit herausgebildet hat und sich bei verschiedenen Tierarten zu auffälligitem geschlechtlichem Dimorphismus entwickelt, an interessanten Fällen solcher Verschiedenheit zwischen Männchen und Weibchen, wobei vielfach die Brutpflege in der Tierwelt und das Verhalten der Männchen zu derselben erörtert wird.

Tierleben. Die Tierwelt des Mikroskops (die Urtiere). Von Privatdozent Dr. Richard Goldschmidt. Mit 39 Abbildungen. (Nr. 160.)

Bietet nach dem Grundsatz, daß die Kenntnis des Einfachen grundlegend zum Verständnis des Komplizierten ist, eine einführende Darstellung des Lebens und des Baues der Urtiere, dieses mikroskopisch kleinen, formenreichen, unendlich zahlreichen Geschlechtes der Tierwelt und stellt nicht nur eine anregende und durch Abbildungen instruktive Lektüre dar, sondern vermag namentlich auch zu eigener Beobachtung der wichtigen und interessanten Tatsachen vom Bau und aus dem Leben der Urtiere anzuregen.

——— Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere. Von Professor Dr. Otto Maas. Mit Karten und Abbildungen. (Nr. 139.)

Lehrt das Verhältnis der Tierwelt zur Gesamtheit des Lebens auf der Erde verständnisvoll ahnen, zeigt die Tierwelt als einen Teil des organischen Erdganzen, die Abhängigkeit der Verbreitung des Tieres nicht nur vor dessen Lebensbedingungen, sondern auch von der Erdgeschichte, ferner von Nahrung, Temperatur, Licht, Luft, Feuchtigkeit und Vegetation, wie von dem Eingreifen des Menschen und betrachtet als Ergebnis an der Hand von Karten die geographische Einteilung der Tierwelt auf der Erde nach besonderen Gebieten.

Tuberkulose. Die Tuberkulose, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Ursache, Verhütung und Heilung. Für die Gebildeten aller Stände gemeinfaßlich dargestellt von Oberstabsarzt Dr. W. Schumburg. Mit 1 Tafel und 8 Figuren im Text. (Nr. 47.)

Schildert nach einem Überblick über die Verbreitung der Tuberkulose das Wesen derselben, beschäftigt sich eingehend mit dem Tuberkelbazillus, bespricht die Maßnahmen, durch die man ihn von sich fernhalten kann, und erörtert die Fragen der Heilung der Tuberkulose, vor allem die hygienisch-diätetische Behandlung in Sanatorien und Lungenheilstätten.

Turnen s. Leibesübungen.

Verfassung (s. a. Fürstentum). Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches. Sechs Vorträge von Professor Dr. E. Loening. 2. Aufl. (Nr. 34.)

Beabsichtigt in gemeinverständlicher Sprache in das Verfassungsrecht des Deutschen Reiches einzuführen, soweit dies für jeden Deutschen erforderlich ist, und durch Aufweisung des Zusammenhanges sowie durch geschichtliche Rückblicke und Vergleiche den richtigen Standpunkt für das Verständnis des geltenden Rechtes zu gewinnen.

Verkehrsentwicklung (s. a. Automobil; Eisenbahnen; Funkentelegraphie; Post; Technik). Verkehrsentwicklung in Deutschland. 1800—1900. Vorträge über Deutschlands Eisenbahnen und Binnenwasserstraßen, ihre Entwicklung und Verwaltung, sowie ihre Bedeutung für die heutige Volkswirtschaft von Professor Dr. W. Lotz. 2. Auflage. (Nr. 15.)

Gibt nach einer kurzen Übersicht über die Hauptfortschritte in den Verkehrsmitteln und deren wirtschaftliche Wirkungen eine Geschichte des Eisenbahnwesens, schildert den heutigen Stand der Eisenbahnverfassung, das Güter- und das Personentarifwesen, die Reformversuche und die Reformfrage, ferner die Bedeutung der Binnenwasserstraßen und endlich die Wirkungen der modernen Verkehrsmittel.

Versicherung (s. a. Arbeiterschutz). Grundzüge des Versicherungswesens. Von Professor Dr. A. Manes. (Nr. 105.)

Behandelt sowohl die Stellung der Versicherung im Wirtschaftsleben, die Entwicklung der Versicherung, die Organisation ihrer Unternehmungsformen, den Geschäftsgang eines Versicherungsbetriebs, die Versicherungspolitik, das Versicherungsvertragsrecht und die Versicherungswissenschaft, als die einzelnen Zweige der Versicherung, wie Lebensversicherung, Unfallversicherung, Haftpflichtversicherung, Transportversicherung, Feuerversicherung, Hagelversicherung, Viehversicherung, kleinere Versicherungszweige, Rückversicherung.

Volkslied. Das deutsche Volkslied. Über Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges. Von Privatdozent Dr. J. W. Bruinier. 2. Auflage. (Nr. 7.)

Handelt in schwungvoller Darstellung vom Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges, unterrichtet über die deutsche Volksliederpflege in der Gegenwart, über Wesen und Ursprung des deutschen Volksgesanges, Skop und Spielmann, Geschichte und Mär, Leben und Liebe.

Volksschule s. Schulwesen.

Volksstämme. Die deutschen Volksstämme und Landschaften. Von Professor Dr. O. Weise. 3. Auflage. Mit 29 Abbildungen im Text und auf 15 Tafeln. (Nr. 16.)

Schildert, durch eine gute Auswahl von Städte-, Landschafts- und anderen Bildern unterstützt, die Eigenart der deutschen Gaue und Stämme, die charakteristischen Eigentümlichkeiten der Landschaft, den Einfluß auf das Temperament und die geistige Anlage der Menschen, die Leistungen hervorragender Männer, Sitten und Gebräuche, Sagen und Märchen, Besonderheiten in der Sprache und Hauseinrichtung u. a. m.

Volkswirtschaftslehre s. Amerika; Arbeiterschutz; Bevölkerungslehre; Frauenbewegung; Japan; Soziale Bewegungen; Verkehrsentwicklung; Versicherung; Wirtschaftsgeschichte.

Wald. Der deutsche Wald. Von Professor Dr. Hans Hausrath. Mit 15 Textabbildungen und 2 Karten. (Nr. 153.)

Schildert unter besonderer Berücksichtigung der geschichtlichen Entwicklung die Lebensbedingungen und den Zustand unseres deutschen Waldes, die Verwendung seiner Erzeugnisse, sowie seine günstige Einwirkung auf Klima, Fruchtbarkeit, Sicherheit und Gesundheit des Landes und erörtert zum Schlusse die Pflege des Waldes und die Aufgaben seiner Eigentümer, ein Büchlein also für jeden Waldfreund.

Warenzeichenrecht s. Gewerbe.

Wärme s. Chemie.

Wärmekraftmaschinen (s. a. Dampf). Einführung in die Theorie und den Bau der neueren Wärmekraftmaschinen (Gasmaschinen). Von Professor Dr. Richard Vater. 2. Auflage. Mit 34 Abbildungen. (Nr. 21.)

Will Interesse und Verständnis für die immer wichtiger werdenden Gas-, Petroleum- und Benzinmaschinen erwecken. Nach einem einleitenden Abschnitte folgt eine kurze Besprechung der verschiedenen Betriebsmittel, wie Leuchtgas, Kraftgas usw., der Viertakt- und Zweitaktwirkung, woran sich dann das Wichtigste über die Bauarten der Gas-, Benzin-, Petroleum- und Spiritusmaschinen sowie eine Darstellung des Wärmemotors Patent Diesel anschließt.

——— Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen. Von Professor Dr. Richard Vater. Mit 48 Abbildungen. (Nr. 86.)

Ohne den Streit, ob „Lokomobile oder Sauggasmaschine", „Dampfturbine oder Großgasmaschine", entscheiden zu wollen, behandelt Verfasser die einzelnen Maschinengattungen mit Rücksicht auf ihre Vorteile und Nachteile, wobei im zweiten Teil der Versuch unternommen ist, eine möglichst einfache und leichtverständliche Einführung in die Theorie und den Bau der Dampfturbine zu geben.

Wasser s. Chemie.

Weltall (s. a. Astronomie). Der Bau des Weltalls. Von Professor Dr. J. Scheiner. 2. Auflage. Mit 24 Figuren im Text und auf einer Tafel. (Nr. 24.)

Stellt nach einer Einführung in die wirklichen Verhältnisse von Raum und Zeit im Weltall dar, wie das Weltall von der Erde aus erscheint, erörtert den inneren Bau des Weltalls, d. h. die Struktur der selbständigen Himmelskörper und schließlich die Frage über die äußere Konstitution der Fixsternwelt.

Weltanschauung (s. a. Kant; Menschenleben; Philosophie; Weltproblem). Die Weltanschauungen der großen Philosophen der Neuzeit. Von Professor Dr. L. Busse. 2. Auflage. (Nr. 56.)

Will mit den bedeutendsten Erscheinungen der neueren Philosophie bekannt machen; die Beschränkung auf die Darstellung der großen klassischen Systeme ermöglicht es, die beherrschenden und charakteristischen Grundgedanken eines jeden scharf herauszuarbeiten und so ein möglichst klares Gesamtbild der in ihm enthaltenen Weltanschauung zu entwerfen.

Weltäther s. Moleküle.

Welthandel. Geschichte des Welthandels. Von Oberlehrer Dr. Max Georg Schmidt. (Nr. 118.)

Eine zusammenfassende Übersicht der Entwickelung des Handels führt von dem Altertum an über das Mittelalter, in dem Konstantinopel, seit den Kreuzzügen Italien und Deutschland den Weltverkehr beherrschen, zur Neuzeit, die mit der Auffindung des Seewegs nach Indien und der Entdeckung Amerikas beginnt und bis zur Gegenwart, in der auch der deutsche Kaufmann nach dem alten Hansawort „Mein Feld ist die Welt“ den ganzen Erdball erobert.

Weltproblem (s. a. Philosophie; Weltanschauung). Das Weltproblem von positivistischem Standpunkte aus. Von Privatdozent Dr. J. Petzoldt. (Nr. 133.)

Sucht die Geschichte des Nachdenkens über die Welt als eine sinnvolle Geschichte von Irrtümern psychologisch verständlich zu machen im Dienste der von Schuppe, Mach und Avenarius vertretenen Anschauung, daß es keine Welt an sich, sondern nur eine Welt für uns gibt. Ihre Elemente sind nicht Atome oder sonstige absolute Existenzen, sondern Farben-, Ton-, Druck-, Raum-, Zeit- usw. Empfindungen. Trotzdem aber sind die Dinge nicht bloß subjektiv, nicht bloß Bewußtseinserscheinungen, vielmehr müssen die aus jenen Empfindungen zusammengesetzten Bestandteile unserer Umgebung fortexistierend gedacht werden, auch wenn wir sie nicht mehr wahrnehmen.

Wetter. Wind und Wetter. Fünf Vorträge über die Grundlagen und wichtigeren Aufgaben der Meteorologie. Von Professor Dr. Leonh. Weber. Mit 27 Figuren im Text und 3 Tafeln. (Nr. 55.)

Schildert die historischen Wurzeln der Meteorologie, ihre physikalischen Grundlagen und ihre Bedeutung im gesamten Gebiete des Wissens, erörtert die hauptsächlichsten Aufgaben, die dem ausübenden Meteorologen obliegen, wie die praktische Anwendung in der Wettervorhersage.

Wirtschaftsgeschichte (s. a. Amerika; Eisenbahnen; Geographie; Handwerk; Japan; Rom; Soziale Bewegungen; Verkehrsentwicklung). Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im 19. Jahrhundert. Von Professor Dr. L. Pohle. (Nr. 57.)

Gibt in gedrängter Form einen Überblick über die gewaltige Umwälzung, die die deutsche Volkswirtschaft im letzten Jahrhundert durchgemacht hat: die Umgestaltung der Landwirtschaft; die Lage von Handwerk und Hausindustrie; die Entstehung der Großindustrie mit ihren Begleiterscheinungen; Kartellbewegung und Arbeiterfrage; die Umgestaltung des Verkehrswesens und die Wandlungen auf dem Gebiete des Handels.

Wirtschaftsgeschichte. Deutsches Wirtschaftsleben. Auf geographischer Grundlage geschildert von Prof. Dr. Chr. Gruber. Mit 4 Karten. (Nr. 42.)

Beabsichtigt, ein gründliches Verständnis für den sieghaften Aufschwung unseres wirtschaftlichen Lebens seit der Wiederaufrichtung des Reichs herbeizuführen und darzulegen, inwieweit sich Produktion und Verkehrsbewegung auf die natürlichen Gelegenheiten, die geographischen Vorzüge unseres Vaterlandes stützen können und in ihnen sicher verankert liegen.

—— Wirtschaftliche Erdkunde. Von Professor Dr. Chr. Gruber. (Nr. 122.)

Will die ursprünglichen Zusammenhänge zwischen der natürlichen Ausstattung der einzelnen Länder und der wirtschaftlichen Kraftäußerung ihrer Bewohner klar machen und das Verständnis für die wahre Machtstellung der einzelnen Völker und Staaten eröffnen. Das Weltmeer als Hochstraße des Weltwirtschaftsverkehrs und als Quelle der Völkergröße, — die Landmassen als Schauplatz alles Kulturlebens und der Weltproduktion, — Europa nach seiner wirtschaftsgeographischen Veranlagung und Bedeutung, — die einzelnen Kulturstaaten nach ihrer wirtschaftlichen Entfaltung (viele geistreiche Gegenüberstellungen!): all dies wird in anschaulicher und großzügiger Weise vorgeführt.

Zoologie s. Ameisen; Tierleben.

Übersicht nach den Autoren.

Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

Goldschmidt, Die Tierwelt d. Mikroskops.
Graetz, Licht und Farben.
Graul, Ostasiatische Kunst.
Gruber, Deutsches Wirtschaftsleben.
Gruber, Wirtschaftliche Erdkunde.
Günther, Das Zeitalter der Entdeckungen.
Hahn, Die Eisenbahnen.
v. Hansemann, Der Aberglaube in der Medizin.
Hartwig, Das Stereoskop.
Hassert, Die Polarforschung.
Hassert, Die deutschen Städte.
Haushofer, Bevölkerungslehre.
Hausrath, Der deutsche Wald.
Heigel, Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrh.
Heil, D. Städte u. Bürger im Mittelalter.
Heilborn, Die deutschen Kolonien. (Land und Leute.)
Heilborn, Der Mensch.
Hennig, Einführung in das Wesen der Musik.
Hennings, Tierkunde. Eine Einführung in die Zoologie.
Hesse, Abstammungslehre u. Darwinismus.
Hubrich, Deutsches Fürstentum und deutsches Verfassungswesen.
Janson, Meeresforschung u. Meeresleben.
Ilberg, Geisteskrankheiten.
Kaupe, Der Säugling.
Kautzsch, Die deutsche Illustration.
Kirchhoff, Mensch und Erde.
Knabe, Geschichte d. deutsch. Schulwesens.
Knauer, Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt.
Knauer, Die Ameisen.
Kohler, Moderne Rechtsprobleme.
Kraepelin, Die Beziehungen der Tiere zueinander.
Krebs, Haydn, Mozart, Beethoven.
Kreibig, Die fünf Sinne des Menschen.
Külpe, Die Philosophie der Gegenwart.
Külpe, Immanuel Kant.
Küster, Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen.
Kuypers, Volksschule und Lehrerbildung der Ver. Staaten.
Laughlin, Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben.
Launhardt, Am sausenden Webstuhl der Zeit.
Leick, Krankenpflege.
Loening, Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches.
Lotz, Verkehrsentwcklg. i. Dtschl. 1800–1900.
Luschin von Ebengreuth, Die Münze.
Maas, Lebensbedingungen der Tiere.
Maier, Soziale Bewegungen u. Theorien.
von Maltzahn, Der Seekrieg.
Manes, Grundzüge d. Versicherungswes.
Maennel, Vom Hilfsschulwesen.
Martin, Die höh. Mädchenschule in Dtschld.
Matthaei, Deutsche Baukunst i. Mittelalt.
Mehlhorn, Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu.
Merckel, Bilder aus der Ingenieurtechnik.
Merckel, Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit.
Meringer, Das deutsche Haus und sein Hausrat.
Mie, Moleküle — Atome — Weltäther.
Miehe, Die Erscheinungen des Lebens.
von Negelein, Germ. Mythologie.
Oppenheim, Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit.
Otto, Das deutsche Handwerk.
Otto, Deutsches Frauenleben.
Pabst, Die Knabenhandarbeit.
Paulsen, Das deutsche Bildungswesen.
Petersen, Öffentliche Fürsorge für die hilfsbedürftige Jugend.
Petzoldt, Das Weltproblem.
Pfannkuche, Religion u. Naturwissensch.
Pischel, Leben und Lehre des Buddha.
Pohle, Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im 19. Jahrhundert.
von Portugall, Friedrich Fröbel.
Pott, Der Text des Neuen Testaments nach seiner geschichtl. Entwicklung.
Ranck, Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses.
Rathgen, Die Japaner.
Rehmke, Die Seele des Menschen.
Reukauf, Die Pflanzenwelt d. Mikroskops.
Richert, Schopenhauer.
Richter, Einführung in die Philosophie.
von Rohr, Optische Instrumente.
Sachs, Bau und Tätigkeit des menschlichen Körpers.
Scheffer, Das Mikroskop.
Scheid, Die Metalle.
Scheiner, Der Bau des Weltalls.
Schirmacher, Die mod. Frauenbewegung.
Schmidt, Gesch. des Welthandels.
Schubring, Rembrandt.
Schumburg, Die Tuberkulose.
Schwemer, Restauration und Revolution.
Schwemer, Die Reaktion u. die neue Ära.
Schwemer, Vom Bund zum Reich.
von Soden, Palästina.
von Sothen, D. Kriegswesen i. 19. Jahrh.
Spiro, Geschichte der Musik.
Stein, Die Anfänge der menschl. Kultur.
Steinhausen, Germanische Kultur in der Urzeit.
Sticher, Eine Gesundheitslehre für Frauen.
Teichmann, Der Befruchtungsvorgang.
Tews, Schulkämpfe der Gegenwart.
Tews, Mod. Erziehung in Haus u. Schule.
Thieß, Deutsche Schiffahrt.

Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

Thurn, Die Funkentelegraphie.
Tolksdorf, Gewerblicher Rechtsschutz in Deutschland.
Uhl, Entsteh. u. Entwickl. uns. Muttersprache.
Unold, Aufgab. u. Ziele d. Menschenlebens.
Vater, Theorie u. Bau der neueren Wärmekraftmaschinen. — Die neueren Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen. — Dampf u. Dampfmaschine.
Voges, Der Obstbau.
Volbehr, Bau u. Leben d. bildenden Kunst.
Wahrmund, Ehe und Eherecht.
Weber, Wind und Wetter.
Weber, Von Luther zu Bismarck. 2 Bdch.
Wedding, Eisenhüttenwesen.
Weinel, Die Gleichnisse Jesu.
Weise, Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit.
Weise, Die d. Volksstämme u. Landschaft.
Wieler, Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narkotischen Aufgußgetränke.
Wilbrandt, Die Frauenarbeit.
Wislicenus, Der Kalender.
Witkowski, Das d. Drama d. XIX. Jahrh.
Woltmann, Albrecht Dürer.
Zacharias, Süßwasserplankton.
Zander, Nervensystem. — Leibesübungen.
Ziebarth, Kulturbilder aus griechischen Städten.
Ziegler, Allgem. Pädagogik. — Schiller.
v. Zwiedineck-Südenhorst, Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung.

Es werden folgen:

Alt, Physik der Kälte.
Anselmino, Das Wasser.
Arndt, Deutschlands Stellung in der Weltwirtschaft.
Auhagen, Agrarpolitische Zeitfragen.
Backhaus, Die Milch.
Bardeleben, Die menschliche Anatomie.
Barinck, Erforschung und künstliche Herstellung der Stoffe des Pflanzen- und Tierreichs.
Bendix, Geldmarkt.
Bitterauf, Die franz. Revolution.
— Napoleon und seine Zeit.
— Friedrich der Große.
Bock, Zeitmesser.
Böckel, Die deutsche Volkssage.
Börnstein, Wärmelehre.
Brandenburger, Deutschland u. Polen in ihren geschichtlichen Beziehungen.
Braun, Ethik.
Buchgewerbe und die Kultur. (Vorträge von: Focke, Hermelink, Kautzsch, Wäntig, Witkowski und Wuttke.)
Buchka, Geschichte der Chemie.
Buhl, Kultur des Islams.
Claasen, Deutsche Landwirtschaft.
Cohn, Führende Denker.
Cornils, Einführung in das Studium der Theologie.
Dähnhardt, Das Märchen.
Dippe, Die Hygiene des täglichen Lebens.
Doren, Die Hansa und die Entwickelung der deutschen Seemacht.
Eckert, Kolonialpolitik.
Endell, Städtebau.
Feßler, Die neueren Fortschritte der Chirurgie.
Fitzner, Allgemeine Völkerkunde.
Franke, Geschichte des deutschen Gefühls.
Fried, Internationales Leben der Gegenwart.
Friedrich, Die wirtschaftlichen Verhältnisse Asiens.
Fritz, Das moderne Volksbildungswesen.
Gaehde, Das Theater.
Gaupp, Kinderpsychologie.
Geffken, Grundzüge des Völkerrechts.
Gisevius, Die Pflanzen.
Graul, Die Entwickelung der deutschen Malerei im 19. Jahrhundert.
Gutzeit, Die Bakterien.
Haendke, Die deutsche Kunst im täglichen Leben.
Haguenin, Hauptströmungen der französischen Literatur.
v. Halle, Truste und Kartelle.
Heinrici, Recht und Rechtspflege in Deutschland.
Hellwig, Verbrechen und Aberglaube.
Hensel, Rousseau.
Hoffmann, Die europäischen Sprachen.
Jacob, Einleitung in das Studium der Geschichte.
Jaeschke, Dante.
Ihering, Wasserkraftmaschinen.
Jiriczek, Geschichte der engl. Dichtung.
Istel, Die musikalische Romantik in Deutschland.
— Das Kunstwerk Wagners.
Kahle, Ibsen, Björnson und ihre Zeitgenossen.
Kautzsch, Die Krebskrankheit.
Kirn, Die sittlichen Lebensanschauungen der Gegenwart.
Knabe, Das deutsche Schulwesen der Gegenwart.

Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

Köhler, Aufklärung.
Krumm, Das Drama.
Kühne, Geschichte der Freiheitskriege.
Kümmel, Photochemie.
Lampert, Welt der Organismen.
Landauer, Talmud.
Landsberg, Biologie.
Langenbeck, Englands Weltmacht.
Lehmann, Mystik.
— Die tierische Form in Beziehung zur Lebensweise der Tiere.
Lehmann-Haupt, Die babylonische Kultur.
— Schliemanns Ausgrabungen.
Lehner, Römische Kultur in Deutschland.
Leser, Börse und Börsengeschäfte.
Louis, Liszt und Berlioz.
Lyon, Einführung in die deutsche Sprach- und Literatur-Forschung.
Maas, Die geistige Entwickelung des Kindes.
Marcuse, Praktische Himmelskunde.
Matthäi, Die deutsche Baukunst vom 15. Jahrhundert bis zur Gegenwart.
May, Gesteinsbildende Tiere.
Mayer, Geschichte des westeuropäischen Beamtentums.
Menzer, Grundzüge der Ästhetik.
Meyer, Der Krieg im Zeitalter des Verkehrs.
— Das Neue Testament.
Meyer, R. M., Neuzeitliche Meister der Weltliteratur.
Mielke, Das deutsche Dorf.
Mollwo, Die deutschen Erwerbsgesellschaften.
Morgenroth, Die Statistik.
Most, Die Boden- und Wohnungsfrage.
Müller, Methoden der Physiologie.
— Die chemische Industrie.
Müller, S., Amerikanische technische Hochschulen.
Natorp, Pestalozzi.
Neurath, Antike Wirtschaftsgeschichte.
Ohr, Staat und Kirche im Mittelalter.
Oppenheim, Die Probleme der neueren Astronomie.
Peter, Die Planeten.
Pinder, Einführung in das Studium der Kunstgeschichte.
Pöschel, Die Luftschiffahrt.
Potonjé, Morphologie der Pflanzen.
Rehm, Deutsche Volksfeste und Volkssitten.
Reukauf, Die Pflanzenwelt des Mikroskops.
Richert, Einleitung in das Studium der Philosophie.
Riemann, Geschichte des deutschen Romans.
Rietsch, Die Grundlagen der Tonkunst.
Rosin, Herz, Blutgefäße, Blut und deren Erkrankungen.
Sallwürk, Einleitung in die wissenschaftliche Pädagogik.
Salomon, Die politische und kulturelle Entwickelung Rußlands.
Saenger, Das englische Kulturleben der Gegenwart.
v. Scala, Die Entwickelung des griechischen Volkes.
Scheibe, Die Minerale.
Scheler, Erkenntnislehre.
Schmidt, Bedeutung der Seemacht in der neueren Geschichte.
Schöne, Politische Geographie.
Schulz, Antike Wirtschaft, Technik und Kultur.
Schwarz, Allgemeine Finanzverwaltung.
Sieger, Der moderne Begriff der Nation.
— Shakespeare.
Solmsen, Die russische Literatur des 19. Jahrhunderts.
Spiro, Antikes Leben im Liede.
Steindorf, Kultur des alten Ägyptens.
Steinmann, Die Eiszeit und der urgeschichtliche Mensch.
Stöcker, Die Frau und die moderne Kultur.
Strauß, Mietrecht.
Thieß, Zeitungswesen.
Thumb, Die Völker der Balkanhalbinsel.
Tobler, Kolonialbotanik.
Troeltsch, Einführung in die Arbeiterfrage.
Trömner, Suggestion und Hypnotismus.
Trüper, Die Charakterfehler im Kindes- und Jugendalter.
Überschaer, Die deutsche Zollpolitik.
Unger, Das Buch und seine Herstellung.
Vater, Maschinenkunde.
Verworn, Mechanik des Geisteslebens.
Vischer, Paulus.
Vogt, Deutsches Vogelleben.
Vollers, Weltreligionen.
Walzel, Geschichte der deutschen Romantik.
Weber, Probleme der großindustriellen Entwickelung.
Weinstein, Entstehung der Welt und der Erde.
Wendscher, Goethes Welt- und Lebensanschauung.
Wenischer, Geschichte und Kritik des Materialismus.
Wernicke, Ansteckende Volkskrankheiten.
Wiedenfeld, Verkehrswesen.
— Die Seehafen des Weltverkehrs.
Wobbermin, Wesen und Wahrheit der Religion.
Zur Straßen, Seelenleben der Tiere.

Aus deutscher Wissenschaft u. Kunst.

Die Sammlung soll dazu dienen, alle, die bestrebt sind, ihre Bildung zu erweitern, in die Lektüre wissenschaftlicher Werke einzuführen. Aus geisteswissenschaftlichen, naturwissenschaftlichen, religiösen und philosophischen Werken wird eine Auslese getroffen, die geeignet ist, in die wichtigsten Fragen auf den einzelnen Gebieten einzuführen, den Weg zu den Quellen zu weisen und zugleich die Kunstformen der Darstellung in Musterbeispielen zu zeigen. Die Erläuterungen räumen unter Beiseitelassen unnötiger Gelehrsamkeit und auf das knappste Maß beschränkt, nur solche Schwierigkeiten aus dem Wege, die eine unbefangene und rasche Aufnahme der Lektüre verhindern. Zunächst erschienen folgende Bändchen:

Zur Geschichte der deutschen Literatur. Proben literar-historischer Darstellung für Schule und Haus ausgewählt und erläutert von Dr. R. Wessely. geb. M. 1.20.

Inhalt: Vogt, Der Heliand. Uhland, Walther von der Vogelweide. v. Treitschke, Die neue Literatur. Gervinus, Lessing. Hettner, Herder. Bielschowsky, Goethe und Schiller. Bellermann, Schillers Don Carlos. Brahm, Kleists Hermannsschlacht. Scherer, Grillparzer. Mayne, Mörike als Lyriker. Schmidt, Gustav Freytag.

Zur Kunst. Ausgewählte Stücke moderner Prosa zur Kunstbetrachtung und zum Kunstgenuß herausgegeben von Dr. M. Spanier. Mit Einleitung, Anmerkungen und Bilderanhang. geb. M. 1.20.

Inhalt: Avenarius, Kunstgenuß und helfendes Wort. Avenarius, Rethel: Der Tod als Freund. v. Seidlitz, Deutsche Kunst. Springer, Albrecht Dürers Phantasiekunst: Ritter, Tod und Teufel. Hirth, Malerische Auffassungen und Techniken des Mittelalters und der Renaissance. Hirth, Das Natürliche in der Kunst. Lichtwark, Rembrandt: Der blinde Tobias. Lichtwark, Rembrandts Haus. Furtwängler, Medusa. Urlichs, Die Laokoongruppe. Bürkner, Gotische Schmuckformen. Borrmann, Andreas Schlüter. Bayersdorfer, Zur Charakteristik Michelangelos Bayersdorfer, Über Kunst. (Aphorismen.) Wölfflin, Die Teppichkartons Raffaels: Der wunderbare Fischzug. Justi, Velazquez: Die Übergabe von Breda. Schultze-Naumburg, Vom Bauernhaus. Gurlitt, Sachlicher Stil im Gewerbe. Gurlitt, Was will die Hellmalerei? Brinckmann, Meißner Porzellan. Floercke, Etwas über Böcklin. Thoma, Ansprache an die Freunde bei Gelegenheit seines 60. Geburtstages.

Zur Geschichte. Proben von Darstellungen aus der deutschen Geschichte für Schule und Haus ausgewählt und erläutert von Dr. W. Scheel. geb. M. 1.20.

Inhalt: Mommsen, Kelten und Germanen vor Cäsar. Brunner, Kriegswesen und Gefolgschaft. Freytag, Karl der Große. v. Giesebrecht, Gründung des Deutschen Reichs durch Heinrich I. v. Kugler, Der Kreuzzug Kaiser Friedrichs I. v. Below, Die Stadtverwaltung in ihrer Beziehung zu Handel und Gewerbe. Schäfer, Die Hanse. Lamprecht, Entwicklung der ritterlichen Gesellschaft. v. Treitschke, Luther und die deutsche Nation. v. Ranke, Die Epoche der Reformation und der Religionskriege. Schiller, Die Schlacht bei Lützen. Droysen, Fehrbellin. Friederich, Blücher und Gneisenau. v. Moltke, Schlacht bei Vionville — Mars la Tour (16. August). Marcks, Kaiser Wilhelm I. Anhänge.

Zur Erdkunde. Proben erdkundlicher Darstellung für Schule und Haus ausgewählt und erläutert von Dr. F. Lampe. geb. M. 1.20.

Inhalt: v. Humboldt, Über die Wasserfälle des Orinoko bei Atures und Maypures. Ritter, Aus der Einleitung zur „Erdkunde im Verhältnis zur Natur und zur Geschichte des Menschen oder allgemeine vergleichende Geographie". Peschel, Der Zeitraum der großen Entdeckungen. Barth, Reise in Adamaua, Entdeckung des Benuë. v. Richthofen, Aus China. v. Drygalski, Die deutsche Südpolarexpedition. Kirchhoff, Das Meer im Leben der Völker. Ratzel, Deutschlands Lage und Raum. Partsch, Das niederrheinische Gebirge, seine Täler und seine Tieflandbucht. v. d. Steinen, Jägertum, Feldbau und Steinzeitkultur der Indianer am Schingu. Geschichtlich-biographische Anmerkungen. Erklärung geologischer Fachausdrücke.

Zur Einführung in die Philosophie der Gegenwart. Acht Vorträge von Prof. Dr. A. Riehl. 2. Auflage. Geheftet M. 3.—, in Leinwand gebunden M. 3.60.

„Wir gestehen, daß uns selten die Lektüre eines Buches so viel geistigen Genuß bereitet hat, als die des vorliegenden. Der Verfasser hat es meisterhaft verstanden, die vielfach als äußerst langweilig und trocken verschriene Disziplin nicht nur interessant und fesselnd darzustellen, sondern es ist ihm auch gelungen, recht klar und allgemein verständlich zu schreiben, so daß jeder Gebildete getrost nach dem Buche greifen kann." (Leipziger Lehrerzeitung.)

„Von den üblichen Einleitungen in die Philosophie unterscheidet sich Riehls Buch nicht bloß durch die Form der freien Rede, sondern auch durch seine ganze methodische Auffassung und Anlage, die wir nur als eine höchst glückliche bezeichnen können. Nichts von eigenem System, nichts von langatmigen logischen, psychologischen oder gelehrten historischen Entwicklungen, sondern eine lebendig anregende und doch nicht oberflächliche, vielmehr in das Zentrum der Philosophie führende Betrachtungsweise. . . . Wir möchten somit das philosophische Interesse . . . mit Nachdruck auf Riehls Schrift hinweisen. (Monatsschr. f. höh. Schulen.)

Arbeit und Rhythmus. Von Prof. Dr. Karl Bücher. Dritte, stark vermehrte Auflage. Geheftet M. 7.—, in Leinwand gebunden M. 8.—

„. . . Die übrige Gemeinde allgemein Gebildeter, welche nicht bloß diese oder jene Einzelheit der in der Bücherschen Arbeit enthaltenen wissenschaftlichen Errungenschaften interessiert, sondern die sich für die Gesamtheit des selbständigen und weitgreifenden Überblicks über den vielverschlungenen Zusammenhang von Arbeit und Rhythmus aufrichtig freuen darf, wird meines Erachtens dem bewährten Forscher auch dafür besonders dankbar sein, daß er ihr einen wertvollen Beitrag zu einer Lehre geliefert hat, welche die edelsten Genüsse in unserm armen Menschenleben vermittelt, nämlich zur Lehre von der denkenden Beobachtung nicht bloß welterschütternder Ereignisse, sondern auch alltäglicher, auf Schritt und Tritt uns begegnender Geschehnisse."
(G. v. Mayr in der Beilage z. Allgem. Ztg.)

Himmelsbild und Weltanschauung im Wandel der Zeiten. Von Prof. Troels-Lund. Autorisierte Übersetzung von L. Bloch. Zweite Auflage. In Leinwand gebunden M. 5.—

„. . . Es ist eine wahre Lust, diesem kundigen und geistreichen Führer auf dem langen, aber nie ermüdenden Wege zu folgen, den er uns durch Asien, Afrika und Europa, durch Altertum und Mittelalter bis herab in die Neuzeit führt. . . . Es ist ein Werk aus einem Guß, in großen Zügen und ohne alle Kleinlichkeit geschrieben. . . . Wir möchten dem schönen, inhaltreichen und anregenden Buche einen recht großen Leserkreis nicht nur unter den zünftigen Gelehrten, sondern auch unter den gebildeten Laien wünschen. Denn es ist nicht nur eine geschichtliche, d. h. der Vergangenheit angehörige Frage, die darin erörtert wird, sondern auch eine solche, die jedem Denkenden auf den Fingern brennt. Und nicht immer wird über solche Dinge so kundig und so frei, so leidenschaftlos und doch mit solcher Wärme gesprochen und geschrieben, wie es hier geschieht. . . ." (W. Nestle in den Neuen Jahrbüchern für das klassische Altertum.)

Das Erlebnis und die Dichtung. Lessing, Goethe, Novalis, Hölderlin. Vier Aufsätze von Wilhelm Dilthey. Geheftet M. 4.80, in Leinwand gebunden M. 5.60.

„. . . Dieses tiefe und schöne Buch gewährt einen starken Reiz, Diltheys feinfühlig wägende und leitende Hand das künstlerische Fazit so außerordentlicher Phänomene im unmittelbaren Anschluß an die knappe, großlinige Darstellung ihres Wesens und Lebens ziehen zu sehen. Hier, das fühlt man auf Schritt und Tritt, liegt auch wahrhaft inneres Erlebnis eines Mannes zugrunde, dessen eigene Geistesbeschaffenheit ihn zum nachschöpferischen Eindringen in die Welt unserer Dichter und Denker geradezu bestimmen mußte. . . . Was diesen auf einen Lebenszeitraum von 40 Jahren verteilten — man wendet hier das Wort fast instinktiv an — klassischen Aufsätzen ein ganz besonders edles Gepräge gibt, das ist der goldene Schimmer geistiger Jugendfrische, der sie verklärt, die lautere Verehrung unserer höchsten literarisch-künstlerischen Kulturwerke, der den Ausdruck überall durchzittert. Hier schreibt Ehrfurcht und zwar lebendige Ehrfurcht, die sich den Geistern und ihrem Werk in liebendem Erkenntnisdrange hingibt und weiß, warum sie es tut." (Das literarische Echo.)

Die hellenische Kultur. Dargestellt von Fritz Baumgarten, Franz Poland, Richard Wagner. Mit 7 farbigen Tafeln, 2 Karten und gegen 400 Abbildungen im Text und auf 2 Doppeltafeln. Geheftet *M.* 10.—, in Leinwand gebunden *M.* 12.—

„Ein Buch, das, ohne mit Gelehrsamkeit zu prahlen, die wissenschaftliche Tüchtigkeit der Verfasser bezeugt. Überall sind auch, bei der Behandlung der Kunst wie der des Schrifttums und der politischen Verhältnisse, die neuesten Funde eingehend berücksichtigt. Die Darstellung ist meist knapp, aber inhaltreich, verständlich und gefällig. Trefflich ist gleich der kurze Abschnitt über Sprache und Religion in der Einleitung. Ganz meisterhaft scheint mir die Behandlung der Kunst. Nirgends bloße Redensarten, selten Urteile, die für den Leser in der Luft schweben, weil ihm die Anschauungen fehlen. Was zu sagen ist, wird meist an gut gewählte Beispiele angeknüpft. Neben der äußerlichen Geschichte der Kunst kommt auch die Stilentwicklung zu vollem Recht. Das staatliche Leben, besonders in Athen, wird in allen seinen Betätigungen anschaulich und doch nicht zu ausführlich vorgeführt. Vergleiche mit späteren Verhältnissen erleichtern oft das Verständnis. Die Schilderung des geistigen Lebens hebt besonders die gewaltigeren Persönlichkeiten hervor, begnügt sich aber nicht mit bloßen Tatsachen und Urteilen, sondern führt, soweit tunlich, auch Proben an oder gibt Inhaltsangaben der überlieferten Werke, die auch dem mit der griechischen Literatur unbekannten Leser ein Verständnis für die Bedeutung dieser Geisteshelden eröffnen." (Lehrproben und Lehrgänge. 1906.)

Das Mittelmeergebiet. Seine geograph. u. kulturelle Eigenart. Mit 9 Figuren im Text, 13 Ansichten und 10 Karten auf 15 Tafeln. **Von Professor Dr. A. Philippson.** Geh. *M.* 6.—, in Leinwand geb. *M.* 7.—

„. . . Das vorliegende Werk eignet sich vorzüglich, um einem weiten Kreise allgemein Gebildeter eine Vorstellung von dem zu geben, was Geographie heute ist, namentlich aber der stetig wachsenden Zahl der Besucher des Mittelmeergebietes ein tieferes Verständnis für das, was sie sehen, zu erschließen. Jeder sollte sich das Buch als Ergänzung seines Reisehandbuchs mitnehmen, und die Bibliotheken unserer Rundreisedampfer sollten es in mehreren Exemplaren enthalten. . . . Auch dem Historiker, dem Kulturhistoriker, dem Soziologen bringt das Buch bedeutenden Gewinn. . . . Die Bilder sind vorzüglich gewählt und gut ausgeführt, die Karten sehr klare Veranschaulichungen des Textes." (Deutsche Literaturzeitung.)

Die Renaissance in Florenz und Rom. Acht Vorträge von **Prof. Dr. K. Brandi.** 2. Aufl. Geh. *M.* 5.—, in Leinwand geb. *M.* 6.—

„. . . Im engsten Raum stellt sich die gewaltigste Zeit dar, mit einer Kraft und Gedrungenheit, Schönheit und Kürze des Ausdrucks, die klassisch ist. Gerade was das größere Publikum erlangen will und soll, kann es daraus gewinnen, ohne doch mit oberflächlichem Halbkennen überladen zu werden. Den tiefer Dringenden gibt das schöne Werk den Genuß einer nochmaligen, kurzen, knappen Zusammenfassung; als habe man lange in einer fernen, großartigen Welt gelebt, ganz von ihrem Sein und Wesen erfüllt, müsse nun Abschied nehmen und sehe sie noch einmal mit einem Schlage vor sich, groß, kühn, farbenreich und nahe und ins Gedächtnis unwandelbar eingegraben, indes man sich wieder der eigenen Zeit zuwendet und weiterwandert." (Die Nation.)

Die Entwicklung des deutschen Städtewesens. Von Hugo Preuß. I. Band. Entwicklungsgeschichte der deutschen Städteverfassung. Geh. *M.* 4.80, in Leinwand geb. *M.* 6.—

Das vorliegende Werk stellt sich als erstes die Aufgabe einer zusammenfassenden Betrachtung des deutschen Städtewesens in entwicklungsgeschichtlichem Zusammenhange seiner Organisation und seiner Funktionen. Der erste, geschichtliche Band betrachtet so die deutsche Verfassungsgeschichte, die sonst vom Standpunkte der Entwicklung des Reiches oder der Territorialstaaten aus behandelt wird, unter dem Gesichtspunkte der bürgerlichen Entwicklung mit dem Ergebnis, daß der ungelöste Gegensatz zwischen dem urbanen Verfassungsprinzip der freien Genossenschaft und dem agrarischen Organisationsprinzip des herrschaftlichen Verbandes alle Jahrhunderte der deutschen Entwicklung durchzieht.

So darf auch schon dieser erste Band — ein zweiter wird die Probleme der städtischen Verfassung und Verwaltung untersuchen, die sich aus der neuesten Entwicklung namentlich der großstädtischen Agglomerationen mit unabweislicher Notwendigkeit ergeben — aktuelles Interesse beanspruchen und von keinem ungelesen bleiben, der irgendwie an der Entwicklung unserer inneren Zustände praktisch oder ideell beteiligt ist.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin.

Teil I, A
ratur und
A. Erma
Literatur:
Literatur:
Literatur:
Literatur:
P. Horn
Finck -
[IX u. 4
Teil I,
Inhalt:
tums: U
alters:
lateinisc
Die late
lateinisc
in Lein
Teil I,
Inhalt
Brück
M. Mu
O. Th
Schäll
berge
Teil I
Literat
Die ro
Teil I
zeit.
mann
Teil I
und
Bürge
sicher
prozel
recht:
G. A
Mar
[X,

gib
Bes
sich
Int
in
Kä
so
1.
2.
3.
4.
5.

gt
en
n-
n:
en.
be.